



**Ana Patrícia Bidarra  
dos Santos Lourenço**

**Composição e tecnologia da folha de ouro: os  
retábulos barrocos dos sécs. XVII e XVIII do  
noroeste de Portugal.**



**Ana Patrícia Bidarra  
dos Santos Lourenço**

**Composição e tecnologia da folha de ouro: os  
retábulos barrocos dos sécs. XVII e XVIII do  
noroeste de Portugal.**

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Geociências, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha, Professor Catedrático da Universidade de Aveiro e do Professor Doutor João Paulo Pereira de Freitas Coroado, Professor Coordenador do Instituto Politécnico de Tomar.

Apoio financeiro do Ministério da Ciência, da Tecnologia e do Ensino Superior/Fundação para a Ciência e a Tecnologia, através da atribuição de uma Bolsa de Investigação no âmbito do QREN - POPH - Tipologia 4.1 - Formação Avançada, participado pelo Fundo Social Europeu e por fundos nacionais do MCTES

## **o júri**

presidente

**Doutor Fernando Manuel Bico Marques**  
Professor Catedrático, Universidade de Aveiro

**Doutora Maria Luísa Dias de Carvalho de Sousa Leonardo**  
Professora Catedrática, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

**Doutor Eduardo Anselmo Ferreira da Silva**  
Professor Catedrático, Universidade de Aveiro

**Doutor Iulio Bobos Radu**  
Professor Associado com Agregação, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto

**Doutor António José Estêvão Grande Candeias**  
Professor Associado com Agregação, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora

**Doutor João Paulo Pereira de Freitas Coroado**  
Professor Coordenador, Escola Superior de Tecnologia de Tomar - Instituto Politécnico de Tomar (orientador)

**Doutor Ricardo Pereira Triães**  
Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia de Tomar - Instituto Politécnico de Tomar

**Doutora Maria de Fátima dos Prazeres Eusébio**  
Coordenadora do Departamento dos Bens Culturais da Diocese de Viseu

## **Agradecimentos**

A todos os que de alguma forma participaram neste trabalho, manifesto o meu sincero agradecimento.

Ao Professor Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha e ao Professor Doutor João Paulo Pereira de Freitas Coroadó, pela orientação prestada, acompanhamento científico, ensinamentos, apoio e disponibilidade ao longo de todo o processo.

Aos Colegas.

Aos Amigos.

À minha Família, pelo incondicional apoio e a quem dedico este trabalho.



## palavras-chave

Folha de ouro, retábulos barrocos, douramento, estudo tecnológico e composicional da folha de ouro.

## resumo

Ao longo da segunda metade do século XVII e primeira metade do séc. XVIII, verificou-se uma crescente produção retabular e assistiu-se a um gosto cada vez mais acentuado pela utilização do ouro na decoração das igrejas portuguesas.

A composição da liga metálica utilizada para obter a folha de ouro deveria ter propriedades que permitissem aos batedores a produção de folhas extremamente finas. Estas eram aplicadas pelos mestres douradores sobre a madeira entalhada e devidamente preparada.

Pretendeu-se com este estudo identificar características distintivas da folha de ouro utilizada nos retábulos-mor das igrejas de Jesus (Aveiro), São Bento da Vitória (Porto), Sé do Porto, São Francisco (Porto), Santa Clara (Porto) e São Paulo (Braga).

A aplicação de uma abordagem multianalítica e o conhecimento das vantagens e desvantagens de cada método tornaram possível a análise rigorosa da folha de ouro e a caracterização da técnica de douramento.

Através da combinação de microscopia óptica (OM) e microscopia electrónica de varrimento com espectrometria de raios X por dispersão de energia (SEM-EDS), identificou-se um douramento a água com três camadas claramente distintas – ouro, bolo e preparação – sem vestígios de redouramento. A utilização de SEM-EDS permitiu ainda definir o perfil elementar das camadas e a presença de uma liga ternária de aproximadamente 22 quilates. Os elementos traço foram identificados por espectrometria de massa com plasma indutivo (ICP-MS). O emprego de microfluorescência de raios X por radiação de sincrotrão (SR- $\mu$ XRF), aplicada às amostras de Aveiro e da Sé do Porto, confirmou a presença de alguns dos elementos já detectados e traçar o perfil elementar dos estratos.

Tendo em consideração os resultados laboratoriais que apontam para uma origem geológica em depósitos da América do Sul, assim como as fontes históricas, - o Brasil, à época do douramento dos retábulos era o maior fornecedor de ouro e uma colónia portuguesa -, sugere-se que o ouro será de origem brasileira.

A definição de uma metodologia analítica permitiu identificar um perfil para o ouro utilizado nos diferentes retábulos nacionais, tornando-se uma mais-valia para novas aproximações históricas, estilísticas e tecnológicas, revelando semelhanças até agora desconhecidas. Em última análise, esta metodologia será um factor importante para a conservação e restauro, dado que o conhecimento das características do ouro e as técnicas utilizadas permitirão uma melhor abordagem metodológica, tendo por base o conhecimento material e tecnológico da obra de arte.

**keywords**

Gold leaf, Baroque altarpieces, gilding technique, technological and compositional study of the gold leaf.

**abstract**

Throughout the second half of the 17<sup>th</sup> century and the first half of the 18<sup>th</sup> century, Portugal witnessed an increase in altarpiece production and in the use of gold in church decoration.

The gold alloy composition should have properties that allowed it to be transformed in very thin leafs by the gold-beaters. The leafs were then applied by the gilders, over the carved and prepared wood.

The present work aims to identify distinctive features in the gold applied in the main altarpieces of the churches of Jesus (Aveiro), São Bento da Vitória (Porto), Porto Cathedral, São Francisco (Porto), Santa Clara (Porto) and São Paulo (Braga).

The use of a multi analytical approach and the knowledge of the advantages and disadvantages of each method, made it possible to accurately study the gold leaf and the gilding technique.

Through a combination of optical microscopy (OM) and scanning electron microscopy with energy dispersive spectroscopy (SEM-EDS), it was possible to identify the presence of a water gilding with three distinct layers – gold, bole and ground – with no traces of regilding. The use of SEM-EDS allowed to define the elemental profile of the layers and to identify an alloy with approximately 22 carat. The trace elements were identified through inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). The use of synchrotron radiation micro X-ray fluorescence (SR- $\mu$ XRF), applied to Aveiro and Porto Cathedral samples, confirmed the presence of previous detected elements and allowed to define the layers elemental profile.

Considering that the analytical results point to a geological provenance from South American deposits and the historical sources confirm that Brazil was Europe main gold supplier and a Portuguese colony at the time of the gilding of the altarpieces, it can be assumed that the gold used have a Brazilian origin.

The definition of a profile for the gold through a well-structured and defined protocol, can be an asset in the setting of new historical, stylistic and technological approaches, revealing similarities ignored until now. In a final analysis, this profile will be an important advantage for the conservation and restoration of these art works. The knowledge of the gold characteristics and the applied techniques will allow to define a more accurate intervention methodology, based on the information of material and technological features of the altarpieces.

## Índice.

Júri. ....	iv
Agradecimentos .....	v
Resumo. ....	vi
Abstract. ....	vii
Índice. ....	1
1. Introdução geral. ....	7
2. Ouro.	
2.1. Mineralogia.	
2.1.1. Propriedades físicas e químicas. ....	13
2.1.2. Geologia. ....	16
2.2. Extracção. ....	18
2.3. Comércio e circulação do ouro na Europa e em Portugal. ....	19
3. Douramento.	
3.1. Douramento: evolução histórica. ....	35
3.2. Folha de ouro: tecnologia de produção. ....	42
4. A produção retabular barroca no noroeste de Portugal.	
4.1. Retábulos barrocos. ....	49
4.2. Contextos. ....	52
4.3. Artistas e artífices. ....	57
5. Contextos históricos, sociais e estéticos.	
5.1. Aveiro.	
5.1.1. Retábulo-mor da igreja de Jesus. ....	65
5.2. Porto.	
5.2.1. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória. ....	68

5.2.2. Retábulo-mor da Sé do Porto. ....	71
5.2.3. Retábulo-mor da igreja de São Francisco. ....	75
5.2.4. Retábulo-mor igreja de Santa Clara. ....	77
5.3. Braga.	
5.3.1. Retábulo-mor da igreja de São Paulo. ....	79
6. Métodos analíticos.	
6.1. Selecção dos retábulos. ....	85
6.2. Recolha de amostras. ....	86
6.3. Preparação das amostras. ....	87
6.4. Microscopia óptica (OM). ....	88
6.5. Microscopia electrónica de varrimento com espectrometria de raios X por dispersão de energia (SEM-EDS). ....	88
6.6. Espectrometria de massa com plasma indutivo (ICP-MS). ....	89
6.7. Microfluorescência de raios X por radiação de sincrotrão (SR- $\mu$ XRF). ....	91
7. Caracterização da folha de ouro.	
7.1. Aveiro.	
7.1.1. Retábulo-mor da igreja de Jesus. ....	95
7.2. Porto.	
7.2.1. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória. ....	103
7.2.2. Retábulo-mor da Sé do Porto. ....	110
7.2.3. Retábulo-mor da igreja de São Francisco. ....	119
7.2.4. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara. ....	125
7.3. Braga.	
7.3.1. Retábulo-mor da igreja de São Paulo. ....	131
7.4. Ouro comercial.	
7.4.1. Ouro comercial. ....	139
7.5. Purpurina.	
7.4.1. Ouro Impalpavel “Varela” para retoques. ....	145

8. Estudo comparativo, análise e discussão dos resultados.	
8.1. Estudo comparativo, análise e discussão dos resultados. ....	151
8.2. Ouro e relações de proveniência .....	179
9. Conclusões e perspectivas de desenvolvimento.	
9.1. Conclusões. ....	185
9.2. Perspectivas de desenvolvimento. ....	187
10. Bibliografia. ....	189
11. Índice de imagens .....	201
12. Índice de tabelas .....	211



1.

## INTRODUÇÃO GERAL





## 1. INTRODUÇÃO GERAL.

O principal objectivo deste trabalho consistiu no estudo composicional e tecnológico da folha de ouro utilizada nos retábulos barrocos do noroeste de Portugal, nos séculos XVII e XVIII. A identificação e caracterização do ouro aplicado no revestimento destas estruturas, contribuíram para uma abordagem distinta sobre as relações entre o minério, o seu processamento e aplicação na forma de folha, envolvendo áreas distintas como a Geologia, a História da Arte, os Métodos de Exame e Análise Laboratorial e a Conservação e Restauro. Abordaram-se diversos aspectos ligados ao ouro desde a sua mineralogia, extracção e circulação, passando pelos factores sociais, comerciais e económicos que tutelavam a actividade, com maior incidência na análise dos ofícios relacionados com a sua transformação em folha e aplicação em retábulos.

Efectuou-se o levantamento da produção retabular barroca no noroeste de Portugal, nomeadamente as grandes empreitadas localizadas em importantes centros urbanos: Porto, Braga e Aveiro. Os contextos históricos, sociais e estéticos que envolveram a sua execução foram analisados, para melhor compreender e caracterizar as obras, servindo como base para a escolha das peças a estudar. Selecionaram-se os retábulos-mor das igrejas de São Bento, Sé, São Francisco e Santa Clara, no Porto; de Jesus, em Aveiro e de São Paulo, em Braga, referências incontornáveis da talha barroca portuguesa.

A metodologia analítica específica pretendeu analisar de forma rigorosa as características físicas e químicas da folha metálica, desde a composição da liga, passando pela manufactura e em última análise, pela matéria que está na sua origem, numa tentativa de estabelecer relações de proveniência do ouro.

Aplicaram-se diversos métodos na análise da folha de ouro, tais como microscopia óptica (OM) e microscopia electrónica de varrimento com espectrometria de raios X por dispersão de energia (SEM-EDS), que permitiram a sua caracterização morfológica e semi-quantitativa. Esta análise foi complementada com espectrometria de massa com plasma indutivo (ICP-MS) e microfluorescência de raios X por radiação de sincrotrão (SR- $\mu$ XRF). A aplicação destas duas técnicas apresentou desafios relacionados tanto com as reduzidas quantidades e dimensões das amostras, como por se tratarem de exemplares complexos, organizados em estratos e compostos por diferentes materiais. No caso da ICP-MS foi necessário adaptar procedimentos obrigando a uma dupla dissolução da amostra: primeiro

em ácido nítrico (10 %) para dissolver a preparação e o bolo, e de seguida em água-régia (ácido nítrico e clorídrico 1:3), para dissolução do resíduo, composto maioritariamente por folha de ouro. O facto de esta técnica permitir a análise elementar de elementos traço e ultra-traço constitui uma mais-valia para o estudo da folha, pois a análise por SEM-EDS, revela-se ineficaz na sua identificação.

A utilização de SR- $\mu$ XRF revelou-se complexa devido à dificuldade de acesso ao equipamento, obrigando à selecção de amostras - igreja de Jesus (Aveiro) e Sé do Porto. O facto de ser possível a focagem para uma área de  $1\text{ }\mu\text{m}^2$ , permitiu seleccionar de forma precisa a zona a analisar. Definiu-se o perfil dos principais elementos, assim como os limites das camadas e a espessura da folha de ouro. Esta técnica apresenta limitações na identificação da Pt devido à sobreposição das linhas de transição da Pt e do Au.

A metodologia multianalítica desenvolvida permitiu ainda o estudo das camadas preparatórias, nomeadamente o bolo e a preparação branca, as quais estão directamente relacionadas com o aspecto final e a durabilidade do douramento. Não sendo o objecto deste trabalho, fornecem dados fundamentais sobre a tecnologia de produção, com potencial para uma investigação mais aprofundada.

Como complemento, foram analisadas amostras de folha de ouro comercial, utilizada actualmente em conservação e restauro e sobre a qual não existe muita informação. Estudou-se ainda uma amostra de purpurina com o objectivo de conhecer em maior detalhe um material que até há poucos anos era aplicado sobre a talha dourada, frequentemente e de forma inadequada, com o objectivo de ocultar lacunas e desgaste do ouro.

Esta investigação pretendeu contribuir para o conhecimento dos retábulos barrocos portugueses em termos formais, técnicos, materiais e estilísticos, abordando especificamente a folha de ouro utilizada no seu revestimento.

Estabeleceu-se uma metodologia de estudo de forma a definir parâmetros de pesquisa e comparação de resultados, deixando em aberto a possibilidade de desenvolvimento deste projecto, alargando-o a retábulos do mesmo e de diferentes períodos.

Em última análise, a criação de um protocolo é um factor importante para a conservação e restauro, dado que as características do ouro e a identificação das técnicas utilizadas, permitirão definir com maior exactidão qual a melhor metodologia de intervenção.

Este trabalho teve o apoio do Ministério da Ciência, da Tecnologia e do Ensino Superior/Fundação para a Ciência e a Tecnologia, através da atribuição de uma Bolsa de Investigação no âmbito do QREN - POPH - Tipologia 4.1 - Formação Avançada, participado pelo Fundo Social Europeu e por fundos nacionais do MCTES.



2.

**OURO**



## 2. OURO.

### 2.1. Mineralogia.

#### 2.1.1. Propriedades físicas e químicas.

O ouro, de peso atômico 196,967 e densidade  $19,32\text{g/cm}^3$  a  $20^\circ\text{C}$ , funde a  $1063^\circ\text{C}$  e ferve a  $2966^\circ\text{C}$  na sua forma pura; é um metal amarelo altamente reflectivo, utilizado desde o início dos tempos pelo Homem (Puddephat, 1978). Actualmente utiliza-se em áreas tão diversas como a arte, medicina ou electrónica e como padrão internacional de finanças - *International Finance Standard*. No seu estado bruto é extremamente macio e com maior ductilidade e maleabilidade do que qualquer outro elemento: um grama pode produzir uma folha de um metro quadrado e 230 átomos de espessura, e um centímetro cúbico de ouro pode produzir uma folha de 18 metros quadrados (Vicente, 2014) (Webster, 1999). Como outros elementos do seu grupo cristaliza no sistema de rede cúbica de face centrada e a menor distância inter-nuclear é de 288,4 pm (Puddephat, 1978). Existem três estados estáveis de oxidação:  $\text{Au}^0$  (ouro metálico ou coloidal),  $\text{Au}^{\text{I}}$  e  $\text{Au}^{\text{III}}$ , constituindo complexos solúveis como o  $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ ,  $[\text{AuCl}_2]^-$ ,  $[\text{Au}(\text{OH})_4]^-$  e  $[\text{AuCl}_4]^-$ . Possui um único isótopo estável –  $^{197}\text{Au}$  – com 79 prótons e 118 neutrões.

Considerado um metal nobre, quimicamente inerte, ocorre geralmente no seu estado nativo sendo que as variedades de minérios auríferos existentes na natureza resultam de substituições com outros metais, nomeadamente a prata; a solução sólida contínua que forma com este metal e que contém percentagens de prata entre 20% e 40% denomina-se eletrum e é geralmente encontrada em depósitos epitermais e mesotermiais (Vicente, 2014). O ouro forma ligas com outros elementos como o cobre, zinco, alumínio, chumbo, ferro, platina, mercúrio, ruténio, irídio, urânio e paládio, apesar de apresentar maior afinidade para o telúrio (teluretos), bismuto, arsénio e menos com o antimónio e o selénio. A aurostibite ( $\text{AuSb}_2$ ) e os teluretos contendo ouro, como a calaverite ( $\text{AuTe}_2$ ), a krenerite ( $(\text{Au},\text{Ag})\text{Te}_2$ ) e a petzite ( $\text{Ag}_3\text{AuTe}_2$ ), são os minerais mais comuns (Vicente, 2014) (Webster, 1999).

É o mais nobre dos metais, sendo o único que não reage com o oxigénio ou o enxofre, a qualquer temperatura. Reage com o telúrio a altas temperaturas e com os halogéneos; destes o bromo é o mais reactivo ocorrendo uma reacção exotérmica à temperatura ambiente (Puddephat, 1978) (Webster, 1999).

Muitos dos métodos analíticos para determinação do ouro baseiam-se na sua ocorrência como  $[\text{AuCl}_4]^-$ . Como metal puro, constituinte de um depósito ou em ambientes mais

complexos, pode ser rapidamente convertido em tetracloro-ouro (III) por dissolução em água-régia – solução de ácido nítrico e ácido clorídrico (1:3). O ácido nítrico e os óxidos de nitrogénio são depois removidos por evaporação, adição de mais ácido clorídrico concentrado e posterior evaporação. Este procedimento é repetido duas vezes de forma a assegurar a completa remoção do óxido de nitrogénio. Como alternativa recorre-se à dissolução de cloreto ou peróxido de hidrogénio em ácido clorídrico (Puddephat, 1978, 243) (Webster, 1999). Outra técnica aplicada na análise do ouro é a extracção por solventes, utilizada para concentrar uma solução aquosa de um complexo de ouro ou para separar impurezas. O  $\text{H}[\text{AuCl}_4]$  pode ser extraído de uma solução em ácido clorídrico por solventes como o di-etil-éter, o etilacetato, a metilisobutilcetona, o isoamilálcool ou o diclorometano-tetrahidrofurano. A fase orgânica pode ser estimada directamente por activação de neutrões, absorção atómica ou métodos espectrofotométricos (Puddephat, 1978, 243). O ouro também pode ser concentrado através da utilização de resinas de troca iónica ou resinas poliméricas contendo grupos de tiol que formam de maneira selectiva complexos metálicos (Puddephat, 1978, 243).

#### **2.1.1.1. Métodos para a dissolução do ouro:**

##### **a) Métodos gravimétricos.**

Quando se encontra na forma  $[\text{AuCl}_4]^-$ , a sua redução pode ser efectuada com ácido oxálico, dióxido de enxofre, hidroquinona ou nitrito de sódio, dependendo o método dos iões presentes. Menos comum é a utilização de formaldeído, sais de hidrazina e ácido hidrofosfórico. Também é possível precipitar o ouro em complexos insolúveis. (Puddephat, 1978) (U.S. EPA, Gold, Vol.2, 1994)

##### **b) Métodos titrimétricos.**

A maioria dos métodos titrimétricos depende da redução do ouro III a ouro metálico. (Puddephat, 1978) (U.S. EPA, Gold, Vol.2, 1994)

##### **c) Métodos espectrofotométricos.**

Aplicáveis quando a quantidade de amostra é insuficiente para os métodos anteriores. A forma mais simples consiste na conversão de complexos do ouro em  $[\text{AuCl}_4]^-$  ou  $[\text{AuBr}_4]^-$ ,



numa solução aquosa e medir a absorvância desses iões. (Puddephat, 1978) (U.S. EPA, Gold, Vol.2, 1994)

d) Reagentes colorimétricos.

São adicionados diversos reagentes para formar complexos de ouro coloridos, posteriormente analisados espectrofotometricamente (Tabela 1). A maioria dos métodos consiste na extracção dos complexos corados por um solvente orgânico, um processo que separa o metal de iões interferentes e que permite a análise de soluções muito reduzidas de  $[\text{AuCl}_4]^-$ . (Puddephat, 1978) (U.S. EPA, Gold, Vol.2, 1994)

Tabela 1. Reagentes colorimétricos do ouro. (in Puddephatt, R. J., 1978, *The chemistry of gold*, Elsevier Scientific Pub. Co., Amsterdam, p. 246).

Fase aquosa	Reagente / solvente orgânico
$[\text{AuCl}_4]^-$ , HCl	Fenil - $\alpha$ - piridil cetoxima em clorofórmio
$[\text{AuCl}_4]^-$ , HCl	4 - (2 - Piridilazo) resorcinol em xileno
$[\text{AuCl}_4]^-$ , $\text{HNO}_3$	4 - (2 - Tiazolilazo) resorcinol em xileno-butanol
$[\text{AuCl}_4]^-$ , HCl	Chrompyrazole I em tolueno
$[\text{AuCl}_4]^-$ , HCl	<i>o</i> - phenylenediamine
$[\text{AuCl}_4]^-$ , HCl	Verde malaquite em benzeno
$[\text{AuCl}_4]^-$ , HCl	Corante azul puro Victoria
Au(III), alcalino	Phthalophenone
$[\text{AuCl}_4]^-$ , HCl	Rhodamine - B em di- <i>isopropil</i> éter

e) Métodos electroquímicos.

Utilização de eléctrodos iónicos selectivos para  $[\text{AuCl}_4]^-$  ou  $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ . (Puddephat, 1978) (U.S. EPA, Gold, Vol.2, 1994)

f) Absorção atómica e emissão espectrográfica.

A absorção por espectrometria atómica é uma técnica muito utilizada para determinação do ouro em quantidades traço. (Puddephat, 1978) (U.S. EPA, Gold, Vol.2, 1994)

g) Activação por neutrões.

Utilizado para determinar a presença de ouro em quantidades muito reduzidas. A grande sensibilidade deriva da existência da ocorrência de um único isótopo estável  $^{197}\text{Au}$  que após activação de  $^{198}\text{Au}$  decai por emissão  $\beta$  e  $\gamma$  com uma meia-vida de 2,7 dias. O ouro é previamente concentrado e separado de impurezas por extracção com solventes ou cromatografia. (Puddephat, 1978) (U.S. EPA, Gold, Vol.2, 1994)

### **2.1.2. Geologia.**

Estima-se que a concentração média de ouro na crosta terrestre é de 3 a 4 ppb. Ocorre numa grande variedade de ambientes geológicos, sendo que todos os depósitos, com excepção dos de placer, resultam de processos hidrotermais.

Os sistemas hidrotermais formam-se em diversos ambientes, variando desde sistemas dinâmicos associados a intrusões magmáticas, a sistemas de baixa energia relacionados com a circulação profunda de correntes geotermiais aquecidas. Os depósitos formados a partir de sistemas na superfície ou perto (300 a 750 metros) são denominados depósitos epitermais, enquanto os existentes a maior profundidade se denominam de mesotermiais.

A combinação de vários sistemas hidrotermais em diferentes rochas origina variações na morfologia do depósito, nas concentrações de ouro e na alteração da parede rochosa. A morfologia do depósito varia entre veios contínuos de elevada espessura e dezenas de metros em largura e profundidade – formados por precipitação mineral nos vazios da rocha hospedeira –, a depósitos resultantes de mineralização disseminada (maioritariamente na forma de micro-veios) que ocorrem na rocha em agregados irregulares (Webster, 1999) (U.S. EPA, Gold, Vol.2, 1994).

Os depósitos formados por actividade hidrotermal apresentam uma associação típica de minerais incluindo ouro-electrum-quartzo-carbonato e prata, arsénio, antimónio e sulfureto de ferro (Webster, 1999). Os depósitos tipo placers formam-se quando o filão do minério é exposto a alterações físicas e químicas com consequente erosão, resultando no seu transporte, deposição e formação de depósitos sedimentares. A dimensão e composição destas partículas estão relacionadas com a distância à origem e com a composição do filão original.

O ouro nativo encontra-se geralmente associado a diversos metais; a sua exposição prolongada às condições atmosféricas origina a lixiviação selectiva dos componentes mais

facilmente solúveis, como a prata ou o cobre, e consequente aumento do grau de pureza, tanto maior quanto maior a distância ao depósito original (Webster, 1999) (U.S. EPA, Gold, Vol.2, 1994). Com o tempo estes podem ser soterrados originando depósitos fósseis.

Os jazigos auríferos podem ser agrupados em onze tipos, considerando as suas características físicas e o processo mineral que requerem (Vicente, 2014: 4-5):

1. Paleoplacers e placers de ouro, onde o metal é facilmente libertado ou se encontra livre, com tamanhos que variam entre 50 e 100 mm;
2. Tipo orogénico ("lode ore" e veios de quartzo) ou mesotermiais, sendo os principais da era Arcaica. O ouro encontra-se essencialmente em estado nativo nos veios de quartzo, lodes ou stockworks, podendo ser encontrados alguns teluretos e ocasionalmente aurostibite e maldonite;
3. Minérios oxidados: o ouro está livre ou nos produtos de alteração dos sulfuretos, sendo que o grau de libertação do metal aumenta com o grau de oxidação;
4. Minérios ricos em prata: ouro sob a forma de eletrum, podendo existir kustelite e prata nativa;
5. Minérios de sulfuretos de cobre: as partículas de ouro de tamanho grosseiro encontram-se livres ou na forma de inclusões, na pirite e nos sulfuretos de cobre;
6. Minérios de sulfuretos de ferro nos quais o ouro ocorre nas seguintes formas: partículas livres, inclusões nos sulfuretos (frequentemente na pirite e por vezes na pirrotite e marcassite) e de forma submicroscópica;
7. Minérios de sulfuretos de arsénio: o metal encontra-se livre, em inclusões ou submicroscópico, na arsenopirite e nos minérios oxidados;
8. Minérios de sulfuretos de antimónio: ouro na sua forma nativa e na forma de aurostibite, livre ou inclusa nos sulfuretos;
9. Minérios de sulfuretos de bismuto: ouro em estado nativo e em menor escala na forma de maldonite, podendo ocorrer de forma submicroscópica nos sulfuretos;
10. Minérios de teluretos: ocorre na sua forma nativa e sob a forma de teluretos de ouro, livre, incluso ou submicroscópico nos sulfuretos;
11. Minérios sulfídricos (carboníferos): as partículas são geralmente de tamanho fino e no caso dos sulfuretos, de tamanho submicroscópico. Adsorção do ouro pela matéria carbonífera e pelos óxidos de ferro.

## 2.2. Extracção.

Nos jazigos secundários a exploração é efectuada através do garimpo de rio, da exploração subterrânea (poços e galerias) e da garimpagem de monte - técnica dos sulcos convergentes ou de arados, que se juntam em trincheiras. Os desmontes superficiais nos jazigos primários e as lavagens superficiais nos secundários são considerados métodos selectivos quando não conjugados com outros processos, efectuam-se através de canais e correntes de água, decapando o afloramento dos filões (Martins, 2008).

Independentemente do tipo de jazigo e das técnicas de extracção utilizadas, existem dois contextos distintos: explorações subterrâneas e a céu aberto (Martins, 2008). O garimpo de rio é processado com a lavagem simples das suas areias, sendo por vezes necessário efectuar desvios de troços (Martins, 2008). Tanto o garimpo de rio como o de monte apresentam semelhanças, sendo necessário em ambos uma bateia, normalmente de forma circular e côncava. Com o auxílio das mãos desloca-se a areia para o interior da bateia e eliminam-se as areias mais grossas (estéreis), com um movimento rotativo e a ajuda da água procede-se à lavagem da areia e consequente deposição das partículas mais pesadas no fundo. A pepita de ouro, a areia aurífera e o ouro de superfície são facilmente observados a olho nu, sendo as suas dimensões variáveis entre 1 a 2 mm.

O melhoramento das técnicas de extracção e purificação do ouro foi desenvolvido ao longo de vários séculos recorrendo a diferentes métodos: copelação - processo termoquímico que envolve temperaturas elevadas e substâncias redutoras, oxidantes e fundentes (mistura de carbonato de sódio e/ou bórax, a que adiciona chumbo e carvão); amálgama de osso moído com cal e água ou com mercúrio; processos envolvendo sal e materiais orgânicos; associação da amálgama a um componente de enxofre (sulfato de antimónio e carvão) (Martins, 2008: 75-76); “solimão”, mistura de mercúrio, salitre e ácido sulfúrico, utilizado na fundição do ouro para libertação das impurezas (Barcelos 2013, 2016).

A utilização de mercúrio para amalgamar as partículas depositadas foi um dos métodos mais comuns, sendo o ouro posteriormente recuperado pela destilação do mercúrio em retortas e depois fundido. Este método é ineficaz para concentrações inferiores a 10 ppm. Nestes casos o material é primeiro esmagado e depois moído em finas partículas, parte do metal é recuperado por amálgama, retorta e fusão, o restante é tratado com um cianeto alcalino e ar comprimido (Puddephat, 1978) (Vicente, 2014). A solução é filtrada para remover a ganga e o ouro é re-precipitado com zinco. Obtém-se um produto final com 88 a 90% de ouro. Os

restantes elementos residuais são a prata ( $\approx 10\%$ ) e pequenas quantidades de cobre, chumbo, zinco, ferro e platina (Puddephat, 1978)

Muito do ouro é obtido por processos de cloração. O gás é borbulhado no ouro derretido, o que converte a prata e restantes metais em cloretos que flutuam à superfície sendo facilmente removidos. Consegue-se ouro com uma pureza de 99,5 % e quando necessário, ainda pode ser refinado por electrólise: o ânodo é o ouro, o electrólito é  $\text{H}[\text{AuCl}_4]$  em ácido clorídrico e o cátodo ouro puro. O ouro puro é depositado no cátodo, enquanto a platina e o paládio podem ser recuperados no ânodo (Puddephat, 1978).

Um método muito útil para recuperar ouro em laboratório consiste na pirólise dos resíduos, seguida da dissolução do ouro em água-régia. O pH é ajustado a 2-4 por adição de hidróxido de sódio sólido e o ouro re-precipitado utilizando sulfito de sódio como agente redutor. Um processo semelhante pode ser utilizado para obter ouro em pó de ouro em massa (Puddephat, 1978).

O conhecimento das condições e processos de formação dos depósitos auríferos assume um carácter fundamental na sua exploração, possibilitando o melhor aproveitamento dos mesmos.

### **2.3. Comércio e circulação do ouro em Portugal e na Europa.**

Desde a Antiguidade que o ouro exerce um enorme fascínio sobre a humanidade. O facto de ser um metal denso e extremamente macio, permite que seja trabalhado com facilidade sendo possível obter objectos com as mais diferentes formas. Como símbolo de poder e de riqueza, exclusivo de reis e sacerdotes, foi utilizado em cerimónias profanas e religiosas, como meio de aproximação aos deuses.

No Antigo Egipto – c. 4000 a.C. – o ouro era exclusivo do faraó e das divindades, sendo a maior parte proveniente do Sul do Egipto e da Núbia. As minas eram exploradas intensamente e calcula-se que a produção anual tenha sido de uma tonelada. Era fundido em barras impressas com o nome do faraó. A relação entre o valor do ouro e da prata estava bem definida, sendo a última igual a 10 % do valor do ouro (Velho, 2006: 46).

Durante o Império Romano grandes quantidades de ouro foram extraídas das minas de Espanha, Portugal, Dácia, Astúrias e Egipto. Em Espanha estima-se que as minas tenham produzido cerca oito toneladas e meia durante a ocupação romana. Em Portugal, embora de

menor dimensão, as ocorrências eram em grande número, sendo uma das regiões mais importantes a Faixa Piritosa do Alentejo (Canal Caveira, Mértola, Aljustrel, Alcoutim e São Domingos), tendo-se extraído cobre e prata, para além de ferro e ouro. A exploração das minas de Aljustrel é anterior à ocupação romana, tendo sido iniciada por volta de 2000 a.C., e atravessado as Idades do Bronze e Ferro (Martins, 2008) (Alarcão, 1997).

No século I a.C, os romanos iniciaram a exploração em Vipasca (Aljustrel), tendo os trabalhos mais intensivos decorrido entre I e III d.C.. Foram encontradas duas tábulas de bronze com informações sobre o regime das minas e a vida quotidiana da povoação. Uma das tábulas data do reinado de Adriano (117-138 d.C) e estabelece a regulamentação dos poços em funcionamento; a exploração era feita por um particular ou uma sociedade que pagava determinada renda ao procurador do Império que governava a região. Entregavam metade do produto extraído, pagando um adicional que variava conforme se tratava de minério aurífero ou cuprífero (Velho, 2006) (Martins, 2008).

As minas de Três Minas e Jales, em Trás-os-Montes, foram intensamente exploradas tendo sido extraído ouro e prata. O ouro foi dos minérios mais procurados no Porto, Valongo, Góis e Idanha-a-Velha; no sítio da Lomba do Canho (Arganil) foi descoberto um estabelecimento militar datado do séc. I a.C., que se julga ter sido instalado para controlar a extracção de ouro e estanho dos aluviões do rio Alva. Dos aluviões explorados destacam-se ainda os dos rios Vouga, Mondego, Tejo, Douro, Lima e Minho (Velho, 2006) (Martins, 2008) (Alarcão, 1997).

No século V a Europa passou por um período turbulento com as invasões bárbaras e o declínio das relações comerciais, com origem na queda do Império Romano do Ocidente.

Durante o Império Bizantino, o ouro, teve um papel fundamental; o Império encontrava-se constantemente ameaçado pelos Búlgaros e pelos Germanos a Oeste e após o século VII, pelos Muçulmanos, a Leste e a Sul. Dada a impossibilidade de manter o controlo pela via militar, os imperadores pagavam tributos em ouro de forma a neutralizar potenciais agressores e subornar aliados europeus para garantir protecção. O fornecimento teria a sua origem nas regiões de Leste, nomeadamente da Rússia e a maior parte da Núbia (Sudão), da recuperação das antigas minas do tempo dos faraós, fornecimento que se manteve até ao século VIII quando os Árabes ocuparam a região (Velho, 2006) (Bernstein, 2012).

A expulsão do Profeta Maomé em 622 d.C., assinalou o início da era do Islão: em cerca de trinta anos os exércitos islâmicos conquistaram a Arábia, o Egipto e a Mesopotâmia

substituindo o poder Persa e ameaçando o Império Bizantino. Tal como outros povos também os Árabes sucumbiram ao fascínio do ouro. Ao longo das conquistas pelo Norte de África, Arábia, Península Ibérica e parte da França, reuniram tesouros imensos, nomeadamente no Egipto; reabriram as minas de ouro egípcias, núbias e etíopes e desenvolveram pesquisas exaustivas em depósitos aluvionares de rios e correntes de água (Velho, 2006) (Bernstein, 2012). A conquista do Norte de África permitiu controlar o comércio de ouro com a África Ocidental e apesar de não controlarem os territórios mais ricos – entre a Costa do Marfim e a Nigéria -, exerceram o monopólio adquirindo o ouro transportado pelas caravanas que atravessavam o Sahara. Depois de uma fase de grande pujança o Islão começou a sofrer ataques nas suas fronteiras, os Cristãos a Norte, conquistam a Península Ibérica e os Mongóis atacam a Leste (Velho, 2006). No entanto, apenas no século XV se deu a grande quebra económica com o fim do monopólio árabe do comércio no Oceano Índico, nomeadamente com a viagem de Vasco da Gama e a abertura de uma nova rota comercial.

No século VIII destaca-se uma fase de ressurgimento artístico e intelectual com a ascensão de Carlos Magno (768-814) que fundou o Império Carolíngio (meados do séc. VIII a finais do séc. IX) com o objectivo de ressuscitar o Império Romano. Carlos Magno herdou de Bizâncio o gosto pelo ouro, reabriu as minas da Silésia e da Saxónia e recebeu tributos militares em ouro (Velho, 2006) (Bernstein, 2012).

Na Europa dos séculos X a XIII, assistiu-se a um tempo de mudanças, caracterizado por inúmeras inovações tecnológicas, acompanhadas por um crescimento demográfico global e consequentes alterações a nível urbano e agrícola. Na Europa Central descobriram-se novas jazidas de prata, ouro e cobre, e fortaleceram-se duas rotas de metais preciosos: a da prata, com origem na Europa, passava por Itália e dirigia-se à Ásia e a do ouro, que provinha do sul de África em direcção ao Mediterrâneo, era encaminhada para diferentes cidades. Como o Próximo Oriente tinha na altura um défice comercial com o Extremo Oriente, a prata europeia acabava por ser canalizada para a Índia, a China e as Índias Orientais onde era utilizada para adquirir pimenta, especiarias, seda, pedras preciosas e uma variedade enorme de produtos de luxo. Na Europa, onde abundava a prata, o ouro tornou-se mais valorizado, enquanto a Este, onde abundava o ouro a prata tinha mais valor (Bernstein, 2012). Nas duas regiões monetárias, a relação prata-ouro não era idêntica. No século XIII, na Europa, a relação prata-ouro aumentou cerca de 10 vezes, uma unidade de peso de ouro valia dez vezes

a mesma quantidade de prata; no início do século XIV, aquela relação tinha aumentado para cerca de 16 a 19 vezes mais. No Islão a chegada do ouro em grande quantidade, fez com que se tornasse tão abundante que a relação prata-ouro no final do século XII era de 1 para 6, e na segunda metade do século XIII de 1 para 5, metade do que valia na Europa (Velho, 2006) (Bozorgnia, 1998).

O século XIV representou para a Europa um período de crise, que se prolongou até meados do século XV. A peste devastou cerca de 1/3 da população europeia, a agricultura entrou em declínio e surgiu a fome. A Guerra dos Cem Anos (entre a França e a Inglaterra) e o Cisma do Ocidente, que dividiu a cristandade em duas obediências que reconheciam o Papa de Roma e o Papa de Avinhão, coincidem com a crise na indústria mineira (Velho, 2006). As duas minas mais importantes da Europa começaram a registar uma diminuição gradual da produção de prata que se reflectiu na produção de moeda e por consequência acentuou a crise económica. Na segunda metade do século XV a produção de ouro na Europa não seria superior a 4 toneladas (Lynch, 2002).

As dificuldades de comércio com o Leste levaram a Europa a desenvolver trocas comerciais em direcção a África; o ouro era o produto importado mais valioso, para além de açúcar, escravos, marfim, ébano e malagueta. O ouro era o principal motivo para a existência de um dispendioso comércio através do deserto do Sahara que estabelecia ligação entre o interior de África e as cidades costeiras do Norte. O metal era extraído das minas localizadas no Sul do Sudão e no Zimbabué e transportado em pó para um conjunto de cidades localizadas no limite do deserto, sendo depois levado em caravanas de camelos para cidades no Norte de África (Velho, 2006) (Lynch, 2002).

A tomada de Ceuta em 1415, com o objectivo de controlar o comércio de ouro e outros bens, revelou-se um revés estratégico, pois os Mouros reagiram à perda de Ceuta desviando as rotas comerciais. As informações obtidas a partir de prisioneiros e mercadores, levaram a uma mudança de estratégia que consistiu em tentar alcançar as fontes de minério avançando para Sul, por mar, flanqueando a Costa Ocidental Africana (Velho, 2006). O castelo-feitoria de São Jorge da Mina – actual República do Gana – erguido em tempo recorde nos primeiros meses de 1482 durante o reinado de D. João II, pretendia desviar grande parte do ouro do Sudão, que desde a Antiguidade seguia para Norte através do Saara (Pereira, 1991).

A dobragem do Cabo da Boa Esperança (1488) e a posterior chegada à Índia foram dois momentos fundamentais para os interesses comerciais de Portugal. Malaca era um ponto de



chegada de ouro e prata originários de várias proveniências; o ouro provinha de Samatra, Filipinas, China e Formosa, enquanto a prata provinha do Sião e de Laos (Velho, 2006).

No entanto, foi com a chegada maciça de ouro africano, que Portugal consegue superar a crise que o ensombrou durante grande parte do século XV. O controlo da feitoria era rigoroso e as normas inflexíveis, abrangendo aspectos desde o número máximo de habitantes (entre 56 e 60), quais os ofícios necessários e o que poderia entrar ou sair, desde alimentos, a vestuário ou mobiliário. A chegada de navios era rigorosamente controlada, apenas o feitor e os seus subordinados podiam administrar aspectos relacionados com a circulação do ouro e de acordo com rigorosas e pormenorizadas regras respeitantes aos preços, pesagem, registo, guarda e escrituração (Pereira, 1991). Simultaneamente capitão da fortaleza, juiz supremo e representante máximo da fazenda real, o capitão de São Jorge recolhia informação sobre zonas de extracção, mercadores, mercadorias de interesse para troca, tabelas de preços, etc, mantendo Lisboa continuamente informada.

Um factor de extrema importância era a manutenção de contactos diplomáticos com as diferentes tribos, tentando inclusive mediar conflitos. A paz entre tribos significava rotas livres para os mercadores africanos e assegurava condições para trocas comerciais. Na segunda metade do século XVI, para além da necessidade de mediação de conflitos locais, surgiu a pirataria francesa e inglesa e no final do século, a holandesa, e consequente crescente insegurança de rotas marítimas e perda da exclusividade do comércio africano local (Pereira, 1991).

O conhecimento exacto do ouro resgatado em século e meio (1482-1637) é praticamente impossível, devido à destruição da quase totalidade dos arquivos da Casa dos Contos e Casas da Índia e Mina no terramoto de 1755. Segundo Pereira (1991, 14), os documentos existentes permitem elaborar a seguinte tabela:

Tabela 2. Ouro resgatado pelos feitores de São Jorge entre 1519–1585. (in Pereira, J., 1991, “Resgate do ouro na Costa da Mina nos reinados de D. João III e D. Sebastião”, *Stvdia* 50, Lisboa, p. 14.)

Período de gestão	Média anual de ouro (Kg)
13 de Outubro de 1519 a 10 de Janeiro de 1522	413,653
11 de Janeiro de 1522 a 15 de Dezembro de 1523	324,913
22 de Setembro de 1525 a 1 de Maio de 1528	294,655
2 de Maio de 1528 a 31 de Agosto de 1531	336,872

10 de Outubro de 1531 a 10 de Janeiro de 1534	339,447
1 de Fevereiro de 1543 a 26 de Maio de 1545	378,232
1546 - 4 de Março a 30 de Setembro	957,691
1547 - 1 de Setembro a 13 de Dezembro	1.086,519
1550 - 1 de Janeiro a 30 de Junho	58,488
19 de Maio de 1551 a 9 de Fevereiro de 1552	241,079
13 de Dezembro de 1558 a 31 de Janeiro de 1559	----
1559 - 1 de Julho a 30 de Novembro	160,873
1 de Dezembro de 1559 a 31 de Dezembro de 1560	191,373
27 de Março de 1561 a 12 de Setembro de 1562	179,704
15 de Setembro de 1562 a 31 de Março de 1564	159,848
4 de Julho de 1580 a 4 de Abril de 1585	236,213

Os períodos de gestão correspondem à permanência dos diferentes feitores. O final do reinado de D. Manuel I (Dezembro de 1521) coincide com uma elevada média anual de resgate de ouro, acima dos 400Kg. No início da década de 40 assiste-se a um novo aumento das remessas, surgindo na Metrópole novas fontes de proveniência, o “ouro das partes do reino”, entregue por particulares e obtido fundamentalmente do tráfico e contrabando com os Espanhóis que o trazem da América (Pereira, 1991). O elevado valor registado em 1547 deve-se à retenção do ouro em São Jorge, à espera de ocasião e transporte seguros.

No final do reinado de D. João III (1521-1557) o ouro da Mina caíra para quase metade relativamente às duas primeiras décadas. A década de 60 apresentou resultados pouco favoráveis, consequência dos resgates ingleses e franceses com mercadorias mais baratas e acções de represália, para além da revitalização do comércio pelas tradicionais rotas do deserto do Sahara.

Durante as regências de D. Catarina e do Cardeal D. Henrique (1578-1580), reforça-se a intervenção militar portuguesa na região, com o estabelecimento de um sistema permanente de patrulha das galés, para além de obras de melhoramento no forte, alcançando resultados significativos (Pereira, 1991). No reinado de D. Filipe II de Espanha (1580-1598), a média anual de ouro resgatado volta a subir.

Uma outra feitoria fortificada situada a ocidente do Cabo das Três Pontas, era Achém (estabelecida em 1503), uma subsidiária de São Jorge da Mina, de cujo capitão e oficiais dependia, recebendo as mercadorias para o resgate. Nas cartas de quitação dos feitores da Mina está incluído o ouro obtido em Achém, não aparecendo com frequência a

discriminação das quantias. Contrariamente ao que aconteceu em São Jorge, o decréscimo é praticamente constante, sendo o declínio acelerado entre 1552-1554, com a entrada dos ingleses no golfo da Guiné e existindo uma recuperação em 1555, em paralelo com São Jorge (Tabela 3). Na segunda metade de quinhentos o forte tinha como principal função servir de ponto de apoio à esquadra das galés portuguesas ou como base de expedições contra intrusos europeus ou habitantes colaboracionistas (Pereira, 1991).

Tabela 3. Ouro resgatado pelos feitores de Achém. (in Pereira, J., 1991, “Resgate do ouro na Costa da Mina nos reinados de D. João III e D. Sebastião”, *Stvdia* 50, Lisboa, p. 26.)

Período de gestão	Média anual (Kg)
28 de Outubro de 1549 a 16 de Fevereiro de 1521 Feitor Cristóvão Soares	14,224
4 de Maio de 1552 a 15 de Setembro de 1554	2,456
1 de Outubro de 1554 a 18 de Abril de 1556	5,422
5 de Abril de 1558 a 12 de Março de 1561	2,442
13 de Março de 1561 a 21 de Maio de 1563	2,409
11 de Agosto de 1572 a 4 de Maio de 1575	1,069

A descoberta de ouro na Guiné constituiu um forte alento para a coroa portuguesa. No final do século XV, cerca de 700 Kg eram transportados anualmente da Costa Africana para Portugal, cerca de 2/3 provenientes da zona da Mina. Portugal nunca descobriu a fonte do ouro africano, no entanto, através dos entrepostos comerciais na Ilha de Arguim e na Costa do Ouro, conseguiu desviar uma quantidade considerável de ouro anteriormente transportada pelas rotas trans-saharianas (Velho, 2006).

Em finais do século XVII tem início o primeiro ciclo de ouro do Brasil. A crise originada pela carência de moeda, pela queda dos preços de diversos produtos – açúcar e tabaco – e o aumento do preço dos escravos, terão sido impulsionadores da primeira corrida ao ouro no Brasil (Barreto, 1998). Em 1674 a Coroa incentiva a procura do minério com promessas de recompensas. Este incentivo baseou-se em descobertas anteriores, datadas de 1590, na Província de São Paulo. Entre 1692 e 1695 efectuaram-se as primeiras descobertas em Minas Gerais. Relatos de 1698 registam a contínua descoberta de depósitos de grande valor, com ouro de grande pureza (Barreto, 1998).

No final do século XVII foi descoberto ouro de aluvião em Minas Gerais a cerca de 400 Km do litoral e noutras regiões registaram-se novas ocorrências em Goiás (1725) e Mato Grosso (1719); em Goiás, uma das características da exploração foi a curta duração, devido à extracção apenas superficial do minério (Barreto, 1998).

O ouro era transportado até ao Rio de Janeiro que haveria de se tornar a mais importante cidade do Brasil na segunda metade do século XVIII.

O primeiro carregamento chegado a Lisboa foi de 500 Kg e a quantidade foi sempre subindo até atingir em 1720 as 25 toneladas. A importação durou cerca de 50 anos e com reflexos no valor do ouro na Europa. Em 1730 descobriram-se as jazidas de diamantes tendo-se importado até final do século XVIII mais de 2 milhões de quilates. (Velho, 2006).

A Coroa e os agentes particulares repartiram o ouro vindo do Brasil. Apesar de não existirem dados quantitativos rigorosos estima-se terem sido os particulares a deter a maior percentagem nas importações, cerca de quatro quintos, associados à actividade comercial.

A composição das chegadas variou com a natureza dos destinatários; à Coroa coube quase exclusivamente ouro em barra ou em pó, enquanto os agentes privados recebiam o ouro em moeda, recorrendo à Casa da Moeda do Rio de Janeiro para amoedação. A diminuição dos custos associados e a maior celeridade do processo explica esta opção em detrimento da Casa da Moeda em Lisboa (Costa et al, 2002) (Barcelos, 2013, 2016). Seria sobretudo a Coroa a alimentar a actividade da Casa da Moeda de Lisboa, única oficina monetária do Reino durante grande parte do século XVIII (Costa et al, 2002).

A circulação do ouro do Brasil para o Reino ficaria sujeita ao pagamento de uma taxa de 1%, obrigando ao seu registo nos *Livros de Manifesto*, uma série contínua, instituída pelo alvará de 1 de Fevereiro de 1720, por D. João V e que consta do Arquivo da Casa da Moeda de Lisboa (Costa et al, 2002). Nestes livros encontram-se os nomes de quem efectuava o envio, de quem o recebia, dos procuradores (caso existissem), da quantia transportada e da forma assumida pelo ouro (Costa et al, 2002).

Neste contexto determinava-se que todo o ouro em moeda, pó, folha, barra ou lavrado, transportado do Brasil para o Reino, nos cofres das naus do rei, por particulares ou pela Fazenda, passava a estar sujeito a uma taxa de 1%, determinação que foi sofrendo alterações, assumindo a forma de lei a 24 de Dezembro de 1721.

Em 28 de Fevereiro de 1736 este pagamento alargava-se ao ouro trabalhado, desde que as peças fossem bem lavradas e polidas. Diversas excepções compunham esta taxa, entre elas

o não pagamento por peças de ornato pessoal por cavaleiros de ordens militares e oficiais do Santo Ofício usados pelos próprios e o ouro e pedras preciosas provenientes do Maranhão. Neste último caso a isenção de registo não se aplicava, determinando-se que o ouro do Maranhão fosse registado em livros que seriam remetidos para Secretaria de Estado e transportado para a Casa da Moeda em Lisboa (Costa et al, 2002).

A partir do final do século XVIII, os depósitos de ouro do Brasil registaram uma acentuada quebra de exploração, decorrente do esgotamento dos depósitos superficiais (Velho, 2006), a que se associou a falta de espírito empreendedor, a falta de tecnologia e o elevado preço de materiais necessários à manutenção e exploração de jazidas (ferro, pólvora e escravos), a reactivação de actividades económicas como a produção de tabaco e açúcar e o surgimento da actividade têxtil, com a plantação de algodão (Barreto, 1998). O máximo de produção foi atingido entre 1760-70 (Velho, 2006) (Tabela 4).

Tabela 4. Flutuação da exploração de ouro segundo Calogeras (1904) e Pinto (1979), citados em Barreto (1998). De 1719 a 1770\*. De 1725 a 1770\*\*. (in Barreto, M., 1998, Ouro brasileiro: um desafio empresarial, CETEM/CNPq, Série Qualidade e Produtividade, 13, Rio de Janeiro, p. 48-50).

Província	Mato Grosso		Goiás		Minas Gerais	
	Produção Kg/Ano		Produção Kg/Ano		Produção Kg/Ano	
Autor	Calogeras*	Pinto	Calogeras**	Pinto	Calogeras	Pinto
Período						
1700-05					4.406	1.470
1706-10					4.406	4.410
1711-15					4.406	6.500
1716-20	1.175				10.014	6.500
1721-25	1.175	600	1.469		10.014	7.000
1726-29	1.175	1.000	1.469		9.546	7.500
1730-34	1.175	500	1.469	1.000	9.546	7.500
1735-39	1.175	1.500	1.469	2.000	11.750	10.637
1740-44	1.175	1.100	1.469	3.000	11.750	10.047
1745-49	1.175	1.100	1.469	4.000	11.750	9.712
1750-54	1.175	1.100	1.469	5.880	7.553	8.780
1755-59	1.175	1.100	1.469	3.500	7.553	8.016
1760-64	1.175	600	1.469	2.500	7.553	7.399
1765-69	1.175	600	1.469	2.500	7.553	6.659
1770-74		600		2.000	7.553	6.179

1775-79		600		2.000	7.553	5.518
1780-84		400		1.000	7.553	4.884
1785-89		400		1.000	7.553	3.511
1790-94		400		750	4.519	3.360
1795-99		400		750	4.519	3.249
<b>1700-1800</b>	<b>59.925,00*</b>	<b>59.000,00</b>	<b>66.091,00**</b>	<b>159.400,00</b>	<b>704.976,00</b>	<b>636.655,00</b>

Segundo Barreto (1998), para o período entre 1770 e 1822, Calogeras apenas possuía informação relativa aos valores totais, perfazendo um valor aproximado de 35.249,00 Kg para o somatório da extração em Mato Grosso e Goiás, não atribuindo valores diferenciados às Províncias, o que daria um valor médio anual de 678 Kg por ano, coincidente com a diminuição registrada por Pinto (Tabela 5).

Tabela 5. Flutuação da exploração de ouro em diferentes estados brasileiros segundo Calogeras (1904) e Pinto (1979), citados em Barreto (1998). \*1719 a 1770. \*\*1725 a 1770. (in Barreto, M., 1998, Ouro brasileiro: um desafio empresarial, CETEM/CNPq, Série Qualidade e Produtividade, 13, Rio de Janeiro, p. 52).

<b>Estado</b>	<b>Período</b>	<b>Produção (Kg)</b>	<b>Fontes</b>
Mato Grosso	1719-1800	75.200,00	Calogeras e Pinto
Goiás	1725-1800	105.000,00	Calogeras e Pinto
São Paulo / Baía / Ceará	1700-1800	60.000,00	Calogeras e Pinto
Minas Gerais	1700-1800	783.000,00*	Calogeras
		636.655,00**	Pinto
<b>Total</b>	<b>1700-1800</b>	<b>1.032.200,00*</b>	
		<b>876.855,00**</b>	

Na tese de Mestrado de Carlos Teixeira de Brito (2015), intitulada “*As remessas de ouro do Brasil durante o século XVIII. A sua utilização na talha dourada portuense*”, encontra-se sistematizado o conteúdo das publicações de Leonor Costa, Maria Manuela Rocha e Rita Sousa: “*A circulação do ouro do Brasil: o direito do 1%*” - publicado em 2002 e já referido anteriormente -, e “*O ouro do Brasil*”, publicação de 2013. A partir destes trabalhos foi possível estruturar a informação e apresentar valores para as remessas de ouro do Brasil (em moeda, pó ou barra), efectuadas nos anos de 1721, 1731, 1741, 1751 e 1761, e qual o número de emissores e receptores. Como receptores distinguem-se particulares, empresas comerciais, mosteiros e eclesiásticos. Somando os valores recebidos por cada um dos destinatários em cada ano, apuraram-se os totais para o Porto, entre 1721 e 1761, sendo possível a comparação com o valor das remessas, a nível nacional, dentro da mesma cronologia. Os montantes não são totalmente precisos, pois é elevado o número de remessas em que o local de destino é inexistente, no entanto, os dados apresentados permitem obter uma visão aproximada (Brito, 2015). Partindo deste estudo foi possível identificar as remessas de ouro e receptores no Porto (Tabela 6).

Tabela 6. Remessas de ouro com destino a Portugal e remessas com destino ao Porto, entre 1721 e 1761. Número de destinatários e valor em réis. (in Brito, C., 2015, *As remessas de ouro do Brasil durante o século XVIII. A sua utilização na talha dourada portuense* (Dissertação de Mestrado), Faculdade de Letras Universidade do Porto, Porto, p.68.)

Ano	Remessas nacionais		Remessas para o Porto		
	Nº de destinatários	Valor	Nº de destinatários	Valor	% do valor total
1721	1.700	1.252,300	123	71,626	5,72%
1731	2.077	2.157,152	224	320,406	14,85%
1741	1.989	2.763,808	129	153,671	5,56%
1751	1.824	3.120,090	118	174,700	5,60%
1761	1.612	3.194,869	14	19,602	0,61%
<b>TOTAL</b>	<b>9.202</b>	<b>12.488,219</b>	<b>608</b>	<b>740,005</b>	<b>5,93%</b>

No Brasil colonial quase todo o ouro proveio de depósitos secundários e subsidiariamente, de depósitos primários a pequenas profundidades, não existindo uma política de exploração. O esgotamento destas jazidas orientou a mineração para depósitos primários, a médias e grandes profundidades (Barreto, 1998).

No início do século XIX uma série de estudos promovidos por D. João VI visavam propor medidas concretas para favorecer a exploração aurífera, ocorrendo as primeiras experiências empresariais após a independência do Brasil, com a entrada de empresas inglesas. No entanto, no século seguinte (1800-1900), a extracção não passou de 224.458,00 Kg de ouro, aproximadamente  $\frac{1}{4}$  do período anterior (Barreto, 1998: 55).

Espanha foi um dos principais países destinatários de ouro e prata, através da entrada de esculturas, ornamentos e jóias provenientes das civilizações ameríndias. O ouro tornou-se o bem mais valioso do Novo Mundo, mas a descoberta de jazidas de prata em Potosí (Bolívia) e em Zacatecas e Guanajuato (México), tornaram a prata o recurso mais importante para Espanha (Velho, 2006). A revolta do México contra Espanha em 1810 provocou uma perturbação na produção de ouro durante 20 anos (Velho, 2006).

As guerras na Europa afectaram o abastecimento aurífero durante a primeira metade do século XIX, no entanto este panorama alterou-se com a descoberta de ouro na Califórnia (1848) e na Austrália (1850-51) e anteriormente com a descoberta feita nos Urais (1744). Por volta de 1847 a Rússia era responsável por cerca de 60% da produção mundial, tendo atingido as 60 toneladas em 1914 quando eclodiu a primeira guerra mundial.

Na Califórnia a produção anual atingiu as 95 toneladas em 1853 (Lynch, 2002) (Velho, 2006) (Bernstein, 2012). Na África do Sul a evolução do processo de separação do ouro da ganga facilitou a extracção do minério, que nestas geografias se encontra ainda em depósitos subterrâneos, exigindo elevado capital e tecnologia.

Nos finais do século XIX, uma tonelada de rocha continha 25 gramas de ouro puro. O processo de separação mais comum consistia na utilização de cianeto, o qual era agitado e decantado após várias horas para separação da ganga, seguido da adição de zinco para precipitar o ouro. Esta técnica permitiu que a produção passasse de menos de uma tonelada para as 14 em 1889 e 120 em 1898 (Velho, 2006: 228) (Tabela 7).



Tabela 7. Produção mundial de ouro entre 1700-1870. (in Velho, J. L., 2006, *Os Recursos Minerais - Uma visão geo-histórica*, Palimage Editores, Viseu, p. 224)

<b>Período</b>	<b>Ouro (Kg)</b>
1701-1800	19.000,00
1801-1850	23.700,00
1851-1860	200.500,00
1861-1870	190.000,00



**3.**

**DOURAMENTO**



### 3. DOURAMENTO.

#### 3.1. Douramento: evolução histórica.

A técnica de trabalhar o ouro convertendo-o em folhas, foi sendo aperfeiçoada durante vários séculos. Sendo no início mais espessas, com o tempo passaram a variar entre os dois e os cinco micrómetros. A tecnologia de produção faz a distinção entre *gold sheet*, *gold foils* e *gold leaves* - ouro em placas, em lâminas e em folhas. No primeiro caso, trata-se de uma placa espessa, sendo reduzida pela acção de martelagem ou prensagem, podendo ainda referir-se a um lingote; as lâminas possuem uma espessura intermédia, cerca de 10 µm e são obtidas por consecutiva martelagem e prensagem das placas; a folha possui uma espessura inferior a 10 µm, podendo chegar a 0,1 µm (Darque-Ceretti et al, 2011:541).

Desde os primórdios da História, em África, na Ásia, na América ou na Europa, as formas, técnicas e materiais para trabalhar o ouro foram aperfeiçoados. Descoberto o carácter dúctil do metal, passou a ser utilizado em finas lâminas para cobrir objectos de menor valor, enriquecendo materiais menos nobres.

Encontram-se referências à utilização de ouro tanto no Antigo Testamento, como em hieróglifos egípcios, em tábuas de terracota Sumérias ou na Idade dos Metais. Na Idade da Pedra utilizou-se como amuleto e oferenda aos deuses.

Dada a sua extrema maleabilidade torna-se possível martelá-lo de forma a conseguir folhas extremamente finas – técnica que remonta há cinco mil anos ao Antigo Egipto (Nicholson, 1976) (Darque-Ceretti et al, 2011). Num túmulo datado de 2500 a.C., está representado o processo de fundição do ouro e de fabrico de lâminas, e num manuscrito do século XIV a.C., encontra-se a denominação de “chefe dos fazedores de ouro fino”, indicando tratar-se de um batedor-de-folhas. Alguns autores referem que no Antigo Egipto, durante a 18ª Dinastia (1550-1300 a.C.), a folha de ouro teria uma espessura de 0,2 µm (Darque-Ceretti et al, 2011). O ouro aplicava-se em arquitecturas interiores e exteriores, em elementos decorativos, esculturas e pinturas. Plínio, o Velho (79-23 a.C.) (Plínio, *De Naturalis História*. Libro III, Cap. V), refere a técnica do douramento como sendo utilizada nas residências de patrícios ricos para decoração de elementos arquitectónicos. Distingue ainda a *bractes quaestoriae* e a *bractes presnegtinae*, folha de ouro fino e folha de ouro mais espessa. Plínio afirma igualmente que a utilização do douramento em Roma teve início com a presença Cartaginesa, sob o comando de Lucius Munmius, 900 anos após a construção do Templo de Salomão, isto é, cem anos antes do nascimento de Cristo (Martínez, 1997). No início do séc.

I e através de dados obtidos na leitura da sua obra, é possível estimar que as folhas teriam uma espessura aproximada de 0,4  $\mu\text{m}$ . Refere ainda uma técnica de douramento com mercúrio. Na literatura moderna é descrita como douramento a frio com mercúrio, por oposição ao douramento por amálgama de mercúrio, em que o ouro em pó ou em partículas é inicialmente misturado com mercúrio para obter uma amálgama; esta é aplicada na superfície metálica e aquecida a cerca de 400 °C, eliminando a quase totalidade do mercúrio por evaporação (Oddy, 1981). Foi a técnica de douramento de metais - prata e bronze - mais comum até ao século XIX, tanto no interior como no exterior dos edifícios, tendo sido substituída pelo douramento electrolítico, com a invenção das baterias eléctricas. O domínio da técnica de douramento terá sido atingido durante os períodos Grego e Romano.

As civilizações pré-colombianas (sécs. IV a IX) utilizavam um processo de douramento electroquímico, aproveitando a diferença de potencial entre o ouro e o cobre para obter a deposição de finas camadas de ouro em solução (Lechtman, 1984). O objecto é aquecido de forma a atingir temperaturas ideais para a introdução ou remoção de certos elementos, alterando a composição química superficial. Uma outra técnica que se pensa ter sido utilizada pelas mesmas culturas, é o douramento por remoção selectiva do metal menos nobre (empobrecimento); numa liga de ouro e cobre procedia-se à eliminação deste último por oxidação, utilizando ácidos ou sais. Um exemplo são as ligas conhecidas como “tumbaga” (Costa, 2008).

Com a queda do Império Romano do Ocidente (476 d.C.), formam-se dois grandes blocos culturais com origens comuns. As invasões Bárbaras e os diferentes povos que ocuparam a Europa Ocidental contribuíram para a criação de uma nova identidade cultural, assimilando o legado do anterior Império Romano.

Ao longo da Idade Média, factores como a presença Omíada na Península Ibérica ou a expansão Turca para a Ásia Menor durante o século VIII, culminarão na união dos monarcas cristãos contra o Islão, com o objectivo de recuperar territórios ocupados. Contribuição importante é também dada pelas Cruzadas (1096 – 1270), que permitem uma maior relação entre os diferentes povos europeus e um conhecimento da cultura oriental. Surge a arte românica, por muitos historiadores considerada uma junção da arte bizantina e dos contributos dos povos Bárbaros, nomeadamente Carolíngios e Otomanos. De realçar os aspectos comuns como a arquitectura de pedra e as pinturas murais que reflectem o gosto

Carolíngio e que tal como as miniaturas evidenciam semelhanças decorativas. Produzem-se relicários e arcos, Bíblias e Evangelhos (Martínez, 1997) (Tejeda, 2001).

Durante os séculos XI e XII, foram executadas uma série de esculturas representando a Virgem sentada; obras de carácter monolítico, provavelmente utilizadas como relicário, executadas tanto em pedra como em marfim ou mais comumente em madeira. Estas esculturas eram decoradas com folha de estanho coberto com vernizes amarelos de forma a imitar a folha de ouro (Martínez, 1997).

São várias as fontes escritas com referências à utilização de ouro e outros metais em folha, onde se descrevem fórmulas e técnicas de aplicação. Desses tratados destacam-se o manuscrito *Lucca X* de Leida (séc. VII), o *Capitulare de Imagibus* (séc. VIII), o *Mapae Clavicula* e *De Coloribus et artibus romanorum* ambos dos séculos X/XI. No século XI surge *Schedula Diversarum Artium* da autoria do Monge Teófilo; este tratado refere a técnica de bater ouro para dourar pergaminho, colocando as folhas entre tiras de pele, processo semelhante ao utilizado na Idade Média. Teófilo recomenda que para dourar pergaminho se utilize clara de ovo sem adição de água, misturada com vermelhão puro e um pouco de cinábrio. O processo termina com o brunimento com pedra ou dente de cão. Outro tratado de referência é o *Liber Magistri Petri de Sanctus Auemaro, de coloribus faciendis*, obra de Pietro de Sanctus Auemaro, de finais do século XIII início de XIV. Os capítulos X, e XII a XIV, referem-se ao douramento e descrevem como se prepara o suporte e doura sobre pergaminho entelado com linho. Para brunir recomenda hematite. As formulações apresentadas são semelhantes às de *Mapae Clavicula* e *Schedula Diversarum Artium*. Dentro do contexto italiano, referência para a obra *Iluminandi* do início do século XIV e o famoso *El libro del Arte* de Cennino Cennini, datado de 31 de Julho de 1437 (Martínez, 1997) (Vega, 2012).

O Renascimento marcou uma separação entre pintura e douramento, deixando este último de subsistir como elemento pictórico para surgir como decoração de retábulos, elementos arquitectónicos, esculturas e mobiliário, característica que se prolongou nos séculos posteriores.

Salientam-se algumas publicações russas/bizantinas dos séculos XVI a XVIII, nomeadamente o *Libro de los Cien Capítulos* e o *Libro de Sijskij* (séc. XVI), o *Libro de Stroganov* (séc. XVIII) e por último, *Spiegazione dell'Arte Pittorica*, escrita pelo Monge

Dionísio de Fournas no século XVIII, com descrições minuciosas das técnicas de preparação e douramento utilizadas na produção de ícones (Martínez, 1997) (Vega, 2012).

No século XVII surgem as obras de Philippe Nunez (1615) - *Arte da pintura, symmetria, e perspectiva*, e de Francisco Pacheco (1649) - *El Arte de la Pintura*. Outros autores abordaram o douramento desde o final do século XVIII e durante o século XIX, em apontamentos de texto ou como anexo.

As publicações de Philippe Nunez e Francisco Pacheco são contemporâneas dos retábulos em estudo e abordam os diferentes aspectos do douramento. Philippe Nunez refere dois tipos de douramento: «*O pao se doura de dous modos: a hum delles chamão ouro mate, como he o que fica assim dito, q assi serue tambem no pao como na pedra, & o outro se chama ouro burnido. O ouro mate se acenta sobre o pao aparelhado como dizemos na pintura até ser imprimada, & depois se lhe põem o mordente; & quando está já quasi seco se lhe acenta o ouro com algodão.*» (Nunez, [1615] 1982, fls. 67v-68: 125); «*O ouro burnido se faz assi. Depois de estar o pao encolado/ lhe day hũa mão de gesso comum, & seja ao modo de lauadura delgado, & se na cola lhe botardes hũa cabeça de alhos serue para que não salte, depois lhe day tres ou quatro mãos de gesso mate (...)*» (Nunez, [1615] 1982, fls. 67v-68: 125-126).

Na Tese de Doutorado desenvolvida por Agnès Le-Gac (2009), encontra-se resumida a análise de tratados e notas de encomenda, onde se descrevem os diferentes procedimentos necessários à execução do douramento (Le-Gac, 2009, 179-234). Na extensa investigação realizada ao longo de várias décadas por Natália Ferreira-Alves, abordou-se o douramento das estruturas retabulares. Segundo a pesquisa efectuada pela autora, apenas no século XVII foram efectuadas as primeiras referências ao número de camadas necessárias para o douramento, sendo que na primeira metade do século XVIII a descrição torna-se mais específica (Ferreira-Alves, 1989). Em alguns dos contratos é feita a distinção entre as diferentes camadas – encolagem, preparação e bolo -, o seu número (dez de preparação e cinco de bolo) e ainda se especifica que as camadas de preparação branca seriam cinco de «gesso grosso» e cinco de «gesso mate». Estes são os estratos necessários para um douramento brunido (Ferreira-Alves, 1989) (Le-Gac, 2009). Robert Smith (1963) descreve a aplicação de duas camadas de cola para preencher todas as fendas e irregularidades da madeira, antes da aplicação do gesso e do bolo (Smith, 1963:13).



Diversos tratados ao longo dos séculos abordaram a técnica de douramento, mas apenas nos séculos XVII e XVIII se registaram as primeiras referências à sua aplicação em retábulos. Nestes descreve-se que a aplicação da folha de ouro poderia ser feita a água ou a mordente, sendo que este último processo era mais rápido, menos dispendioso e menos exigente tecnicamente - o aparelho era mais simples, necessitando de menos camadas. Um mesmo retábulo poderia ter zonas de douramento a água e outras a mordente, limitando-se esta técnica às zonas menos visíveis, onde o facto de se brunir o ouro não teria impacto, sendo um trabalho desnecessário. Para o douramento a água aplicava-se uma cola fraca: a mesma utilizada na encolagem a que se juntava mais água. Esta não poderia ser demasiado fraca o que levaria ao destacamento do ouro durante o brunimento. Por vezes adicionava-se álcool de forma a diminuir a tensão superficial e facilitar a deposição da folha. As folhas eram colocadas numa almofada (coxim) e cortadas de acordo com a área a dourar. O ouro deveria ser aplicado de forma precisa, com pouca sobreposição para não ficar demasiado espesso, tornando-o mais difícil de brunir, não se conseguindo um brilho tão intenso. Após o tempo necessário para a secagem, o ouro podia ser brunido e por fim envernizado com um verniz incolor, aplicado de forma uniforme. O douramento a óleo não permite brunimento, possui um tempo de secagem mais lento e produz um efeito mais brilhante; trata-se de uma mistura à base óleo de linhaça a que se adicionam sais metálicos (cobalto, chumbo ou manganês), sendo utilizado desde a Antiguidade (Tejeda, 2001).

O douramento era encarado como um serviço a Deus: *“Diz o gardião, e mais rellegiozos de S. Antonio de Valle de Piedade, que elles há mais de hum anno, e meio tem na sua igreja, dous retabollos coletarais por dourar, com que estão as imagens, que nelles se puzerão menos desentes para se venerarem com o culto que lhe he dividido, e por quanto eles são muito pobres, e não tem com que possão mandar fazer esta obra, tanto do serviço de Deos.”* (Ferreira-Alves, 1989:184). O aparecimento das igrejas forradas a ouro – como a de Santa Clara e São Francisco no Porto, ou a Igreja do Mosteiro de Jesus, em Aveiro – são exemplos do crescente gosto por este revestimento decorativo. No entanto, o elevado custo deste processo, levou a que muitos dos altares só fossem dourados alguns anos depois da sua execução.

Actualmente utilizam-se mordentes a óleo ou a água para fixação da folha de ouro. O mordente a óleo não seca por absorção, oxidando por exposição ao ar, o que causa o seu endurecimento. Existem mordentes com diferentes tempos de secagem, sendo necessário

esperar pela altura ideal para aplicação, em que o mordente não deverá estar nem demasiado seco nem demasiado húmido. O tempo de espera é variável, dependendo dos valores de temperatura e humidade. Muitos douradores têm preferência por mordentes com tempos de secagem mais longos – entre 16 e 24 horas. A escolha dependerá das características do trabalho: forma, dimensão e/ou localização. O mordente compra-se preparado e pronto a aplicar, sendo várias as marcas disponíveis.

O mordente a água é um produto relativamente recente no mercado. Trata-se de um copolímero acrílico em emulsão, com adição de amoníaco. Tem um aspecto leitoso e possui a vantagem de se poder iniciar o douramento 15 minutos após a aplicação, mantendo o seu poder adesivo durante três dias. Trata-se de uma mistura semelhante ao “mordente magro” utilizado desde o século XVI; elaborado com seiva de alho, misturada com bolo, branco de chumbo e um pouco de urina envelhecida – a urina actua como fluidificante, quando a ureia que contém é decomposta em amoníaco. Este mordente permite a aplicação da folha após meia hora (Tejeda, 2001:142). Também no século XVI se utilizava gema de ovo com glicerina, formando um adesivo espesso e de secagem lenta.

Os materiais utilizados no douramento permanecem constantes: coxim, paleta de dourador, brochas, pincel de dourar, pincel putois, faca de dourador e brunidor. O coxim é uma almofada forrada a pele, onde se coloca a folha para ser cortada; pode ser protegido com pergaminho, de forma a resguardar a folha de correntes de ar. Na parte inferior existe uma tira de couro onde se insere o polegar, permitindo a manuseamento do coxim, mantendo-o seguro na mão. Na mesma zona encontra-se ainda uma pequena alça para colocar a faca de dourador. A paleta de dourador é um pincel largo, de pêlos de cauda de esquilo ou marta, colados entre dois cartões; usa-se para retirar o ouro do coxim e aplicar na zona a dourar. As brochas são os pinceis utilizados para a aplicação da encolagem, preparação ou bolo; têm diferentes formas e números. O pincel de dourar tem também diferentes dimensões e formatos, terminando geralmente em forma de cauda de andorinha; utiliza-se para estender o ouro, batendo-o levemente, pelo que devem ser muito macios. O pincel putois permite assentar o ouro sobre o objecto a dourar; são feitos com pêlos de doninha e muito macios. Empregam-se ainda para estender o mordente. A faca de dourador possui uma lâmina comprida, com um ou dois gumes e é usada para o corte do ouro, sobre o coxim. A pedra de brunir ou brunidor serve para dar brilho a zonas douradas a água. Possui diversos tamanhos

e formatos que se adequam às diferentes formas da talha, sendo fabricadas com pedras de hematite ou de ágata.

As madeiras escolhidas para a execução dos retábulos eram as de melhor qualidade, sendo que na maioria dos trabalhos se utilizava castanho ou carvalho (nacional ou importado do norte da Europa), estando o pinho reservado para as áreas secundárias ou para as armações. A madeira tinha que obedecer a determinados requisitos, que muitas vezes se encontravam definidos no contrato: devia ser lisa, sem nós, defeitos, rachaduras, podridão, de grão fino e uniforme e bem seca (Smith, 1963) (Ferreira-Alves, 1989, 2003). Na fase do entalhe seleccionava-se a madeira, removia-se o borne e a medula e utilizava-se o cerne - o cerne é a parte do tronco que não participa na condução da água, suportando mecanicamente a estrutura. Na maior parte das espécies a distinção entre borne e cerne é simples, pois o primeiro apresenta uma cor mais clara, embora, em alguns casos, esta diferença seja pouco perceptível. O cerne é composto por células mortas, criando uma estrutura em torno da qual o borne se vai formando; com a morte das células do borne este vai sendo progressivamente integrado no cerne. As dimensões e características deste são determinantes na qualidade da madeira; a madeira de cerne é, em geral, mais resistente ao ataque de xilófagos e microorganismos, apresentando ainda uma maior dureza, durabilidade e resistência mecânica. O borne é a fracção viva onde circula a água. A medula é o vestígio existente no centro do tronco, a partir do qual se desenvolveu a árvore; em geral é mais escura do que o cerne e o borne e possui um diâmetro muito reduzido. Estes elementos são responsáveis pelas características físicas e mecânicas da madeira, nomeadamente a sua resistência ao corte, torção, flexão ou dobragem. Após a preparação do tronco, a madeira era cortada em pranchas ou blocos, consoante o tipo de trabalho a que se destinava. O entalhe deveria ser efectuado seguindo o grão (Tonini, 2015).

As diferentes partes que compõem o retábulo eram depois unidas pelo ensamblador, que montava o conjunto. Utilizavam-se diversos tipos de encaixes, variando consoante se tratasse de zonas estruturais ou de elementos decorativos. De uma forma geral existem três grandes grupos: ligações em L, em T e em malhete. Na execução das peças utilizavam-se várias ferramentas consoante a etapa: enxó, formões, goivas, serrotes e serras para o desbaste; o entalhe era feito com formões, goivas e maço de madeira, e o acabamento com goivas, grosas, formões e abrasivos.

### 3.2. Folha de ouro: tecnologia de produção.

A análise dos contratos para a execução dos retábulos barrocos reflecte a importância dos fornecedores de ouro, cujas reputações dependiam da qualidade do metal e da qualidade da folha, de acordo com as especificações do mestre dourador. O ouro poderia ser provido pelo dono-de-obra ou pelo batedor sempre com garantia de qualidade (Ferreira-Alves, 1989) e tinha que ser “subido”, bem encorpado e de boa cor, oscilando entre os 20 e os 24 quilates (Ferreira-Alves, 2003).

Apesar de ser possível trabalhar o ouro directamente e sem refinação prévia, a adição de outros metais melhora a sua capacidade de trabalho e aparência (Guerra, 2003, 2004, 2008a, 2008b). Adicionando prata e cobre produz-se um elevado número de ligas metálicas com diferentes cores, podendo cada uma ser criada de acordo com uma aplicação particular. As propriedades mecânicas como a resistência, dureza e ductilidade, podem ser melhoradas pela mistura com outros metais, ou pelo recozimento ou arrefecimento bruscos. A presença de cobre ou prata em diferentes percentagens permite alterar a cor da liga, variando do verde, ao vermelho, rosa, branco, etc (Selwin 2000) (Guerra, 2003) (Figura 1).

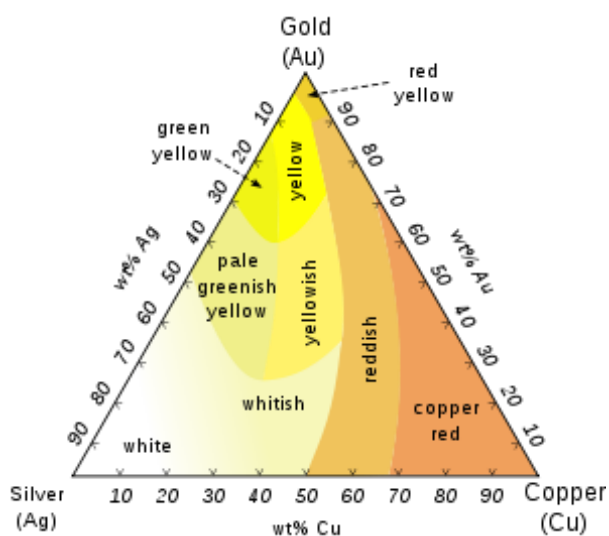


Figura 1. Diagrama ternário representando a relação de uma liga de ouro/prata/cobre e a sua cor. (*in* [http://www.wikiwand.com/en/Ternary\\_plot](http://www.wikiwand.com/en/Ternary_plot), Setembro, 2017)

Actualmente, para além da prata, adicionam-se outros elementos como o paládio e a platina. A selecção da folha poderá ser feita de acordo com factores estéticos ou funcionais (Tabela 8).

Tabela 8. Composição da folha de ouro e cromatismo. (in Tejeda, L., 2001, *El oro en hoja: aplicación y tratamiento sobre soportes móviles tradicionales, muro y resinas* (Tese de Doutorado), Departamento de Pintura, Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, p. 39).

CORES	Au	Cu	Ag	Pd	Pt	QUILATES
Ouro amarelo puro	100					24
Ouro vermelho	97	3				23.5
Ouro especial para exterior	98	0.5	1.5			23
Ouro especial escuro	95	2	3			22.75
Ouro escuro	94	2	4			22.5
Ouro cinzento	94			6		22.5
Ouro amarelo vivo	91.5	1.5	7			22
Ouro laranja	91	3	6			22
Ouro limão claro	89		11			21
Ouro azul	75			25		18
Ouro rosa	80		4	12	4	18
Ouro limão	75		25			18
Ouro verde	66		34			16
Ouro verde água	60		40			14.5
Ouro branco	50		50			12

O trabalho de produção da folha começa com a fundição do ouro a que se adiciona cobre e prata em diferentes percentagens, dependendo da cor pretendida. Por vezes utilizam-se as aparas resultantes da fabricação de outras folhas. Produz-se um pequeno lingote posteriormente reduzido por sucessivas passagens numa prensa de rolos polidos, até se transformar numa fita tão fina quanto uma folha de papel. Com uma tesoura a fita é cortada em quadrados – entre 150 e 200 – que são inseridos entre folhas de velino e batidos até ficarem com as dimensões deste. O ouro é retirado, cortado em quatro com uma faca de aço e colocado entre folhas de tripa de boi. É então batido repetidamente até atingir a dimensão

dessas folhas, sendo novamente dividido em quatro com uma faca (Nicholson, 1976) (Martínez, 1997) (Darque-Ceretti, 2011).

A folha de ouro vendia-se em unidades de 1000 peças (milheiro) – 10 livros, cada um com 100 folhas – com uma pureza entre 20 e 24 quilates (Ferreira-Alves, 1989) (Martínez, 1997). Tratando-se de uma matéria-prima muito valiosa, as penalidades eram severas e os contratos rígidos no que respeitava à qualidade do ouro a utilizar no douramento dos retábulos. Por vezes o bate-folhas antecipava-se à fiscalização e mandava ensaiar o metal na Casa da Moeda; no entanto, na maioria dos casos, o contrato contemplava a possibilidade do contratante ou dos seus procuradores poderem verificar o ouro por oficiais especializados. Em caso de irregularidade os bate-folhas eram penalizados de acordo com a lei (Ferreira-Alves, 1989).

Relativamente à espessura, não foi encontrada até ao momento documentação sobre o este tema. O estudo efectuado por Agnès Le-Gac (2009: 293-300) apresenta resultados aproximados para o rendimento obtido ao longo dos séculos, estabelecendo que a quantidade de ouro necessária para cobrir as superfícies era cada vez menor (Le-Gac, 2009, 299). Regista-se uma maior produtividade no início do século XVIII quando se passou a utilizar a prensa, pois anteriormente o metal era apenas batido. Ao prensar-se obtinha-se uma lâmina de grandes dimensões, que era posteriormente cortada em partes iguais e batida, economizando uma grande quantidade de trabalho e produzindo um material mais fino e uniforme (Le-Gac, 2009: 299). Actualmente o lingote é maior, sendo prensado até formar uma lâmina contínua, com 40 metros de comprimento e 5 centímetros de largura, que depois é cortada em quadrados de 5 centímetros, colocados entre pele e batidos quatro vezes.

Até 1920 toda a folha era batida à mão, altura em que foi criada uma máquina capaz de reproduzir os movimentos do batedor. Desenvolvimentos actuais substituíram o velino por folhas de poliéster; estas são cobertas com uma camada de verniz orgânico, sendo depositada uma fina camada de gesso e sabão, de forma a diminuir a fricção durante o processo de prensagem. Para além destes aspectos, são poucas as alterações: os livros ainda contêm 25 folhas, que mantêm a mesma dimensão (8,0 x 8,0 cm) e a espessura da folha variou muito pouco nos últimos 200 anos. Actualmente, mil folhas pesam aproximadamente 25 gramas (Mactaggart, 2005) (Darque-Ceretti et al, 2011) (Tejeda, 2001).

Um outro método para produção de folha de ouro consiste na precipitação galvanoplástica; coloca-se num banho uma fina placa de cobre ligada a um polo e faz-se passar corrente. O

ouro em solução precipita sobre a placa. Para separar a folha da placa, submerge-se o conjunto numa solução de cloreto de ferro que dissolve o cobre deixando o ouro intacto. Este processo permite obter folhas ainda mais finas (Tejeda, 2001).

No douramento também se utiliza ouro transfer ou de decalque. Apresenta as mesmas dimensões - 8,0 x 8,0 cm -, mas as folhas encontram-se levemente aderidas ao papel de seda. Uma das principais aplicações é a utilização no exterior, pois possui uma maior espessura – o dobro da folha de ouro comum -, tornando-se mais resistente e sujeito a um menor desgaste por parte dos elementos; o facto de as folhas se encontrarem coladas torna mais fácil o douramento quando as condições atmosféricas são adversas. Também é conhecido como ouro de Ducado.

De aspecto semelhante, as folhas de ouro falso ou de imitação, são obtidas por um processo de fabrico idêntico ao das folhas de ouro fino. Com o dobro da dimensão (16 x 16 cm) e com uma espessura cinco vezes superior, são compostas por cobre, estanho ou zinco (Tabela 9). O facto de serem mais espessas permite a sua manipulação com as mãos. Escurecem em contacto com o ar, pelo que são totalmente desaconselhadas para aplicação no exterior ou em intervenções de conservação e restauro, mesmo quando protegidas por uma camada de verniz. Quando se substitui o zinco pelo antimónio têm o nome de ouro Alemão. A liga de cobre, antimónio e prata, com alteração de tom por adição de açafrão queimado, é conhecida como “ouro pragmático” e foi utilizada desde o século XVIII (Martínez, 1997: 129).

Tabela 9. Composição da folha de ouro falso e cromatismo. (in Tejeda, L., 2001, *El oro en hoja: aplicación y tratamiento sobre soportes móviles tradicionales, muro y resinas* (Tese de Doutoramento), Departamento de Pintura, Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, p. 41).

CORES	Cu	Zn
Vermelho escuro	91	9
Amarelo escuro	86	14
Escuro	84,5	15,5
Amarelo vivo	83	17
Puro	78	22
Claro	76	24





**4.**

**A PRODUÇÃO RETABULAR BARROCA  
NO NOROESTE DE PORTUGAL**



## **4. A PRODUÇÃO RETABULAR BARROCA NO NOROESTE DE PORTUGAL.**

### **4.1. Retábulos Barrocos.**

São duas as principais motivações de produção artística desde as primitivas civilizações: a política e a religião, factores fundamentais na definição das características estéticas que acompanharam os diferentes movimentos. A arte barroca é um claro exemplo desta relação: um poder absoluto, que almejava mais domínio e glória e uma Igreja Católica que na sua luta contra o Protestantismo, pretendia mais poder e divulgação (Eusébio, 2002). Surge uma linguagem estética de acordo com novas conjunturas sociais, políticas, económicas e religiosas. O contexto italiano onde teve origem, rapidamente atingiu toda a Europa; em Portugal, a circunstância económica favorável, onde o ouro do Brasil assumiu um papel preponderante, alimentou esta nova e exuberante expressão artística (Teixeira, 1993). A sua influência estendeu-se à arquitectura pré-existente conferindo-lhe um novo carácter decorativo, baseado nas recentes directrizes da Igreja Católica. Na talha criaram-se esquemas construtivos e ornamentais sumptuosos, cenográficos e dinâmicos. Apelou-se aos sentidos. Nas soluções desenvolvidas pelos mestres entalhadores, a madeira finamente lavrada e dourada com ouro de lei, é entendida como uma manifestação estética, cuja leitura simbólica sacra afasta a sua interpretação como mero enquadramento decorativo (Ferreira-Alves, 2003: 739). Neste contexto associaram-se diversas artes como a escultura, a pintura ou o azulejo, originando interiores totalmente decorados.

O barroco ibérico alcançou a sua principal forma de manifestação na arte da talha, possuindo características únicas, distintivas do restante barroco europeu. O Concílio de Trento (1545-1563) assumiu um papel relevante na alteração dos cânones estéticos, incidindo na representação das imagens e respectivo culto e reforçando o carácter catequético e didáctico da arte na palavra Cristã. Esta surge como elemento auxiliar da Liturgia, tornando a mensagem compreensível para o povo iletrado e o barroco é a linguagem ideal. Os recursos materiais assumem uma finalidade espiritual (Eusébio, 2002).

As novas directrizes, nomeadamente o reforço do culto das imagens, promoveram a necessidade de valorizar o espaço onde se encontravam inseridas, devendo ser colocadas em locais dignos da sua condição. Neste contexto, foram desenvolvidas complexas estruturas retabulares, com uma morfologia decorativa de marcado carácter expressivo e narrativo (Eusébio, 2002). A talha dourada não se limitou aos retábulos-mor, expandindo-se para os retábulos laterais, tectos, púlpitos, órgãos, sanefas, molduras e paredes. A

bidimensionalidade dos retábulos maneiristas é superada pela tridimensionalidade do barroco. O ouro assume um papel principal, essencial à dramatização e opulência deste novo estilo. As encomendas sucedem-se e antigos retábulos são substituídos por novas obras, de acordo com o mais recente gosto.

No gótico, e de uma forma geral, a escultura dominou em relação à componente arquitectónica, registando-se excepções onde a pintura assume o papel principal. No renascimento e maneirismo, o posicionamento inverteu-se para ser novamente retomado no barroco, onde a linguagem escultórica assume um espaço fundamental. No barroco joanino a decoração adaptou elementos arquitectónicos dos arcos-de-triunfo romanos: bases, colunas, frisos, cornijas, frontões e arcos, tendo por base tratados e gravuras da época. No entanto, e contrariamente à estética romana, não há uma rigidez conceptual, o artista manipula os conceitos e adapta-os ao carácter fortemente decorativo destas produções retabulares. No barroco nacional a ornamentação é rica e sumptuosa: folhas de acanto, pâmpanos, cachos de uvas, pássaros, flores, meninos, anjos,... Cada motivo contém uma função simbólica que ultrapassa a linguagem meramente decorativa (Eusébio, 2002: 45). Assiste-se à invasão de figuras angelicais: anjos tenentes, anjos músicos, *putti* e cabeças aladas (Eusébio, 2002: 51).

A arquitectura do retábulo barroco é submetida à sua expressão ornamental. Ao artista-arquitecto alia-se o artista-entalhador: o primeiro trata a estrutura do retábulo, enquanto o segundo dispõe a estrutura decorativa, anulando o que poderia ser uma execução demasiado encerrada em conceitos arquitectónicos (Eusébio, 2002). A concepção do retábulo é muitas vezes condicionada pela construção envolvente, adaptando-se ao espaço disponível; no entanto, o contrário também se verifica, registando-se adaptações arquitectónicas como o aumento e elevação de capelas-mor ou o ajustamento de arcos (Eusébio, 2002: 46).

A traça e organização retabulares obedecem a uma hierarquia, tanto horizontal como verticalmente. De acordo com Fátima Eusébio (2002: 46) *“a base será sempre a fracção mais próxima do mundo profano, enquanto as colunas representam o caminho a percorrer, com as dificuldades patentes na irregularidade do fuste, para se alcançar o celestial, que se explana no remate. Este, no Estilo Nacional, é composto de arquivoltas torsas, numa alusão à abobada celeste, enquanto no Joanino é um paraíso povoado de figuras angelicais e flores. O corpo central é, também, um espaço privilegiado, ao qual as laterais e o remate servem de moldura, disposta de forma centrífuga. Há uma composição perspectivada na disposição*

*das colunas laterais, frisos e exércitos de anjos, cujos gestos e linhas de força se direccionam para o centro. Nas linhas do enquadramento utiliza-se a profundidade como forma de recolhimento e orientação do enfoque visual do crente*”. As colunas são outro elemento essencial, que assumindo um carácter dúplice, desempenham uma função estrutural e decorativa. As colunas torsas, escolhidas por Bernini para o baldaquino de São Pedro (1624-33) e baseadas no aspecto formal das colunas do templo de Salomão são disso exemplo, tornando-se um dos elementos tipo da retabulística barroca: “*A voluptuosidade formal da coluna salomónica prefigura a firmeza dos valores do catolicismo e as suas espirais aludem ao carácter cíclico da vida, a qual é finita no espaço terreno, mas infinita no além,...*” (Eusébio, 2002:47).

A disposição retabular unifica-se deixando a estrutura tripartida dos retábulos maneiristas. Abre-se um vão na parte central – tribuna – com formato oval, rectangular ou poligonal, onde se insere o trono. No retábulo-mor este elemento assume uma dimensão preponderante, enquanto nos laterais se converte num nicho para a colocação de imagens. O trono, de estrutura piramidal escalonada e degraus de dimensão decrescente e sem número fixo (três, quatro, oito ou nove), possui formas e decorações variadas, de acordo com a intenção do artista (Martins, 1991). No último degrau coloca-se o Santíssimo Sacramento ou uma imagem, geralmente emoldurado por uma glória solar. A presença da tribuna com trono é um factor distintivo entre o retábulo-mor e os retábulos laterais e colaterais (Smith, 1963).

As colunas salomónicas, o trono e o remate com arcos concêntricos, são considerados por Robert Smith, como a primeira manifestação inteiramente portuguesa na arte barroca, distinguindo-a da sua congénere espanhola: “*A revolução efectuou-se pela acção de dois elementos indispensáveis – a coluna de fuste em espiral, chamado “salomónico” e o remate de arcos concêntricos, que, combinados, deram ao retábulo português uma nova estrutura, mais escultural do que arquitectónica, dinâmica em vez de estática, emprestando-lhe sentido de movimento e efeito de unidade e juntos com folhas de acanto em alto-relevo, esses elementos produziram a primeira manifestação inteiramente barroca da arte portuguesa* (Smith, 1963:69, 72). A este novo estilo Robert Smith denomina-o de “Estilo Nacional”. O arco é característico das portadas das igrejas românicas e manuelinas e terá sido transposto da pedra para a madeira (Smith, 1963). Surgem ainda os baldaquinos, que coroam os nichos onde se encontram as esculturas, ou todo o retábulo, como se verifica com as sanefas do período joanino.

O sacrário é outro elemento fundamental, presente em todas as igrejas e capelas, mesmo não existindo retábulo. A sua valorização ocorre no século XVII, resultante das directrizes tridentinas e tal como os restantes elementos sofre um aumento decorativo. No altar-mor deveria ser colocada uma cruz, com Cristo Crucificado (Eusébio, 2002).

Durante o século XVIII, três autores tiveram influência preponderante na evolução da estética barroca: Filipe Passarini com o seu livro *Nuove Inventioni* (Roma, 1698), com motivos de decoração e modelos de pequenos objectos de talha e Andrea Pozzo, arquitecto e pintor, com o livro *Perspectiva pictorum et architectorum* (Roma, 1693 e 1700). Este último forneceu elementos fundamentais para a arquitectura do novo retábulo joanino como o frontão curvado (Smith, 1963). Fernando Galli de Bibbiena, outro autor cujos livros ilustrados serviram como fonte de inspiração, publicou *Architettura Civile* (Parma, 1711) e *Varie opere di prospettiva* (Bolonha, 1073 e 1708), cujas estampas ilustram mísulas, conchas estriadas, espiras com rosa e tarjas (Smith, 1963:123).

O forte desenvolvimento do retábulo barroco foi em grande parte patrocinado por D. João V (1706-1750), registando-se a entrada no país de diversas esculturas importadas de Roma e de três coches alegóricos em talha dourada oferecidos pelo Papa Clemente XI (1718). Atraídos pela riqueza do ouro do Brasil, diversos artistas, a maior parte italianos, vieram para Portugal: Alessandro Giusti (escultor), Giovanni Antonio Bellini de Pádua (escultor), Filippo Juvara (arquitecto), Niccollo Nasoni (arquitecto), Vincenzo Baccarello (pintor) e o artista alemão João Frederico Ludovice (arquitecto). A produção retabular deste período é caracterizada por um vocabulário decorativo onde predominam conchas, feixes de plumas, palmas, volutas entrelaçadas, grinaldas e festões de flores. Figuram ainda uma diversidade de baldaquinos e sanefas, cortinas e panos, fragmentos de arcos e outros motivos arquitectónicos (Smith, 1963:95). Surge um retábulo dramático, com uma linguagem decorativa distinta, denominado por Robert Smith como “Estilo Joanino”.

#### **4.2. A produção retabular Barroca no noroeste de Portugal: contextos.**

Na zona noroeste de Portugal, com maior incidência nas produções retabulares, do Porto, Braga, Vila Real e Viana do Castelo e durante os séculos XVII e XVIII, a talha dourada foi a expressão artística com maior visibilidade e impacto. A partir de meados do século XVII e ao longo do século XVIII, apesar de acompanhar em linhas gerais o panorama artístico do

país, a produção nortenha apresenta singularidades que lhe conferem um carácter evolutivo de grande interesse (Ferreira-Alves, 2003). Destaca-se a maior importância da escultura, como complemento da talha, em detrimento da pintura.

Apesar da geografia periférica, as normativas pós-tridentinas e os seus critérios estéticos, são seguidos pelos artistas portugueses, tendo sido introduzido durante o reinado de D. João V (1706-1750) o chamado “gosto moderno” do barroco romano, aderindo na segunda metade do século XVIII às influências francesa e alemã de um rococó requintado (Ferreira-Alves, 2003: 735).

A evolução do Barroco na capital, em grande parte patrocinado pelo mecenato de D. João V (1706-1750), é acompanhada fora da metrópole pela escola do Porto, que durante o segundo quartel do século XVIII, se distinguiu como grande centro escultórico.

Contratados por comunidades religiosas e irmandades, os oficiais expandiram-se para cidades vizinhas, viajando por toda a região (Smith, 1963). De acordo com Robert Smith, *“Fundando-se nos moldes joaninos da corte, os escultores da escola do Porto utilizaram certos elementos regionais que, além de uma forma portuense da coluna salomónica, são: 1º - as magníficas sanefas e enquadramentos de janelas; 2º - os púlpitos escultóricos; 3º - os arcos cruzeiro elaborados; 4º - as pilastras interrompidas por mísulas e imagens, conhecidas como “quarteirões” e 5º - os retábulos de vários andares”* (Smith, 1963: 106). Natália Ferreira-Alves (2003b: 605) considera ainda que *“para além de vários aspectos morfológicos que estabelecem uma solução de continuidade ao longo dos diferentes períodos estilísticos, aos quais não estarão alheias as inúmeras oficinas de entalhadores espalhadas pela cidade, devem considerar-se outros não menos significativos de índole estrutural onde pesam factores como: a preferência de cada cliente por esquemas retabulares tradicionais; ou a adopção de soluções aparentemente arcaizantes para preenchimento do espaço e que, devido ao cruzamento com a linguagem estética vigente, geram modelos cuja cenografia resulta de forma expandida”*.

Estudos sobre a talha nortenha enquadram temporalmente o “estilo nacional” com início na década de 80 de seiscentos, prolongando-se até aos anos 20 do século XVIII; após a construção do retábulo-mor da Sé do Porto, entre 1727 e 1729, tem início o chamado “estilo joanino”, inspirado no barroco romano, que se prolonga até final da década de 50 (Ferreira-Alves, 2003: 741). Segundo Natália Ferreira-Alves (2003a), no primeiro período – o nacional – *“são desenvolvidos dois esquemas retabulares paralelos: o primeiro e mais*

*divulgado, tem como melhor modelo o retábulo-mor da igreja do Mosteiro de São Bento da Vitória do Porto, rematado superiormente com arquivoltas que dão continuidade às colunas torsas e cuja decoração de simbologia eucarística – cachos de uvas e fénices – é enriquecida com meninos e enrolamento de folhagens; o segundo, que se apresenta como uma estrutura em andares, na sequência da tradição maneirista, onde os registos verticais e horizontais permitem inserção de um número maior de imagens, ...” (Ferreira-Alves, 2003a: 741-742).*

O retábulo-mor da Sé do Porto, uma das máquinas retabulares mais imponentes do país e com elevada grandeza teatral, é uma das maiores produções joaninas, servindo de base para diversas obras em todo o país. Ao mesmo tempo que utilizava elementos da escola de Lisboa, inseriu modificações significativas, como as sanefas e bases de madeira entalhada, os quartelões e as formas mais robustas e amplas dos ornatos (Smith, 1963: 121).

Na região noroeste e de uma forma geral, manteve-se o gosto por arcos cruzeiros ricamente trabalhados que preenchem toda a parede.

É no Porto que o conceito de “igreja de ouro” se prolonga no tempo, mais do que no resto do país, alcançando o seu apogeu no joanino, no segundo quartel do século XVIII (Smith, 1963: 111). Os principais exemplos são as igrejas de Santa Clara e São Francisco. Ambas de estilo gótico, cujo interior foi decorado no século XVIII. Robert Smith considera a talha de Santa Clara menos sumptuosa, mas superior, identificando uma maior unidade formal entre todos os elementos (Smith, 1963: 111). Também no Porto, foi elevada a permanência temporal dos retábulos em andares.

O final da década de 40 é marcado por uma geração de artistas com formação no joanino, mas que simultaneamente dominam um vocabulário decorativo rococó (Ferreira-Alves, 2003a: 745).

Com a adopção das directrizes do Concílio de Trento, aumentou significativamente o número de irmandades, ordens terceiras e particulares que construíam e mantinham os espaços de culto existentes. Muitos dos encomendadores eram personalidades influentes, que não se limitando a comissionar e custear a obra, escolhiam os artistas e impunham as suas condições nos contratos, com cláusulas bem definidas; vistoriavam o andamento das obras e contratavam especialistas nos diferentes ofícios de forma a avaliar o trabalho produzido.

O aumento de casas de ordens religiosas que se seguiu à reconquista da soberania nacional foi um dos catalisadores do número de solicitações. Surgiram novos mosteiros, enquanto



outros foram remodelados. Estas construções necessitavam de ser devidamente enriquecidas, tanto nos espaços públicos como privados. Tal como as irmandades, as ordens – jesuítas, franciscanas, dominicanas, carmelitas, agostinhas e beneditinas, entre outras -, foram os encomendadores mais frequentes (Ferreira, 2009:109). Com diferentes níveis de riqueza, os franciscanos, os dominicanos e os carmelitas, possuíam maior poder económico, relativamente a ordens mais recentes, com excepção dos jesuítas (Ferreira, 2009:110).

O actual conhecimento das encomendas por parte das várias ordens apresenta diversas lacunas, pois são escassos os contratos conhecidos, sendo inexistente, em muitos casos, informação quanto aos encomendantes. Nos poucos documentos onde o nome do religioso aparece, não é possível determinar se estaria envolvido algum mecenas (Ferreira, 2009: 110). Apesar de menos expressivas do que as solicitações por parte das ordens e confrarias, também se registam encomendas de particulares, nobres e burgueses abastados. Nestes casos, muitas das obras eram retábulos para capelas.

A produção de talha na capital foi patrocinada em larga escala pelo mecenato régio, sendo D. João V um forte impulsionador. A norte, a Igreja era o principal encomendante, através das solicitações do Bispo, Cabido, conventos e confrarias, sendo raras as referências a particulares (Ferreira-Alves, 1989). No Porto, regista-se um elevado número de pedidos por parte das confrarias durante os séculos XVII e XVIII, assim como da Santa Casa da Misericórdia e da Ordem Terceira de São Domingos e Nossa Senhora do Carmo. Raras são as referências às encomendas de particulares, surgindo maioritariamente como mecenas (Ferreira-Alves, 1989).

Para subsistir, o mestre e todos os que com ele trabalhavam tinham de estar em constante actividade, o que implicava aceitar trabalho fora da sua área de residência, sendo vários os artistas com produções fora do Porto.

As cidades de Porto e Braga são os grandes centros produtores de talha durante o período barroco, revelando-se a influência das oficinas portuenses numa área geográfica muito para norte e sul do rio Douro (Ferreira-Alves, 2003:740). Em cidades vizinhas, como Aveiro, Barcelos ou Guimarães, havia pequenos grupos de entalhadores, de afinidades estilísticas com o Porto, que viajavam por toda a região, fornecendo plantas e executando diversas obras (Smith, 1963:106).

Em tempo de Contra-Reforma e com as novas directrizes emanadas do Concílio de Trento, a ancestralidade da Arquidiocese de Braga e o protagonismo dos seus titulares,

estabeleceram Braga como o principal centro religioso do país (Rocha, 2012: 333). Numa sociedade fortemente hierarquizada, o Prelado bracarense surge como figura cimeira na estrutura social da cidade, possuindo extensos poderes civis, políticos e religiosos. Os arcebispos impõem-se como garante da militância tridentina, que a igreja portuguesa e o poder político definiam como estratégia religiosa e cultural. A cidade assume o papel de corte religiosa do país (Rocha, 2012: 333).

Quando em 1505 o arcebispo D. Diogo de Sousa, recém-chegado de Roma, chega a Braga, chamar-lhe-á, depreciativamente, “aldeia”. No entanto, durante a sua vigência e dos seus sucessores, muitas alterações foram efectuadas: abriram-se ruas mais largas e rectilíneas, construíram-se fontes, novas igrejas, hospital e mercado (Pereira, 1989: 97-98). No mapa de 1594, já se encontra bem definida esta nova geografia, tendo como centro a Sé, para a qual convergem as ruas. Ainda sob a tutela de D. Diogo de Sousa e durante o século XVI, Braga tornou-se um ponto de passagem de artistas estrangeiros, como João de Ruão ou João de Castilho.

Com a progressiva instalação das ordens religiosas ao longo do século XVII, a fisionomia da cidade define-se. Surgem novas igrejas, algumas construídas fora do centro histórico, que projectam a urbe para o exterior. Durante esse século, foi fundamental a acção dos arcebispos D. Luís de Sousa (1677-1690), D. João de Sousa (1696-1703) e já no início do século XVIII, D. Rodrigo de Moura Teles (1704-1728), que construiu e ampliou diversos edifícios, inclusive um número significativo de igrejas e conventos.

Com D. Luís de Sousa (1677-1690), começam a definir-se alterações no plano artístico. Depois de uma longa estadia em Roma, como embaixador de Portugal junto da Santa Sé, foi nomeado bispo de Lamego e foi-lhe atribuído o governo da arquidiocese de Braga. Tendo experienciado por largos anos o clima cultural do barroco, quis transferir para a sua área de actuação o gosto desenvolvido (Rocha, 2012: 337).

No último quartel do século XVII a produção artística é elevada, sendo vários os artistas do Porto que se deslocam para a cidade. Esta riqueza criativa prolonga-se durante o primeiro terço do século XVIII. Com o arcebispo D. José de Bragança (1741-1756) e com as fachadas cenográficas de André Soares, Braga adquire a caracterização tardo-barroca e rococó que a define. Em finais de 700, mantém-se o espírito reformador com o arcebispo D. Gaspar de Bragança (1758-1789) que, sob distintas directrizes estéticas, substitui progressivamente a linguagem barroca por um discurso neoclássico (Pereira, 1989: 97-98).

São fortes os contrastes na arte bracarense da primeira metade do século XVIII, em consonância com os gostos dos dois arcebispos: D. Rodrigo de Moura Teles (1704-1728) e D. José de Bragança (1741-1756).

Para satisfazer as solicitações dos seus mecenas, Braga estava provida de excelentes artistas que assistiram o gosto exigente da época. A escola de talha de Braga é a segunda grande escola a norte, detendo uma vasta área de influência. Bento Alvarenga da Costa e Gabriel Rodrigues são responsáveis por diversas intervenções na década de 20 no Mosteiro de São Bento da Vitória (Porto), desde o retábulo-mor aos púlpitos. Na mesma igreja, Marceliano de Araújo executa uma das suas obras mais significativas: os relevos dos espaldares do cadeiral (1717-1719) (Ferreira-Alves, 2003a). De referir ainda José Álvares de Araújo (?-1762) ou Jacinto da Silva, entre outros. Como expoente máximo do estilo rococó surge o nome de André Soares (1720-1769), natural de Braga (Oliveira, 2014: 20-27).

Os artistas bracarenses tiveram grande influência na produção retabular do Alto Minho, nomeadamente em Viana do Castelo, Ponte de Lima, Arcos de Valdevez e Caminha.

#### **4.3. Artistas e artífices.**

A execução de um retábulo requeria a colaboração de diversos artistas e artífices, desde o planeamento à finalização da obra. Para além do arquitecto e do entalhador, muitos outros oficiais estavam envolvidos: ensambladores, imaginários, pintores e douradores. Estes organizavam-se em oficinas, orientadas por um mestre, que distribuía as tarefas de acordo com as habilitações de cada oficial. Competia ainda ao mestre ensinar o ofício aos aprendizes, muitas vezes iniciados ainda crianças. Era comum a concentração de ofícios idênticos em zonas específicas das cidades, conferindo uma maior protecção e unidade de grupo, assim como uma maior facilidade de contacto por parte dos clientes (Ferreira, 2009). É possível distinguir dois grandes grupos ligados à produção retabular: os que entalham a madeira e os que a douram e pintam. Nos séculos XVII e XVIII, o mesmo trabalho tem designações distintas, o que não significa tratar-se de ofícios diferentes. Verifica-se ainda que não existia uma divisão rígida de tarefas; de acordo com os exames dos regimentos para conclusão da aprendizagem, não haveria muitas diferenças entre um ensamblador e um entalhador, pois ambos deveriam possuir conhecimentos de arquitectura e entalhar padrões decorativos (Smith, 1963). Natália Ferreira-Alves (2009) dá como exemplo o caso de

António Gomes e Domingos Lopes que surgem referenciados como mestre arquitecto ou mestre de arquitectura (responsáveis pelo desenho do risco), entalhadores, escultores, imaginários e ensambladores. António Gomes surge ainda citado como torneiro e Domingos Lopes como mestre de carpintaria (Ferreira-Alves, 1989: 61).

Entalhador surge muitas vezes associado à talha em geral e escultor é sinónimo de imaginário; ensamblador é o responsável pela montagem do conjunto entalhado; carpinteiro está associado ao trabalho da madeira, sendo o termo marceneiro aplicado essencialmente ao que fabrica móveis; torneiro é o que trabalha a madeira com o torno. O dourador é o que se ocupa do douramento, mas é também o responsável pela pintura de todas as zonas do retábulo que não são douradas, resultando o termo pintor-dourador.

As relações entre douradores e bate-folhas eram constantes, pois eram estes que forneciam a matéria-prima – o ouro – nas condições exigidas, existindo uma mútua dependência. Alguns contratos referem que o mestre dourador apresentava como fiador o bate-folhas, responsável pelo fornecimento do ouro e cuja reputação dependia da qualidade da matéria-prima com que trabalhava e da forma como laminava o metal de acordo com a especificação do mestre. Em alguns casos os contratos obrigavam o dourador a trabalhar com um fornecedor específico, enquanto outros exigiam uma responsabilização que poderia estender-se por um grande período de tempo, existindo referências a uma obrigatoriedade de garantia do trabalho de dez anos (Ferreira-Alves, 1989: 201). Ao dourador eram fornecidos os utensílios necessários ao seu trabalho e dado que o custo em matéria-prima era extremamente elevado, o pagamento inicial poderia atingir um terço do valor global (Ferreira-Alves, 1989).

Sobre o ofício de bate-folhas, como se processava a aprendizagem e qual a organização das oficinas, não foi encontrada qualquer documentação referente aos séculos XVII e XVIII (Ferreira-Alves, 1989: 194). Sabe-se que o dourador surge com a denominação de estofador. No relatório referente às obras na Sé do Porto (1717-1741) encontra-se a seguinte descrição: *“Os emtalhadores huns andavão fazendo retabollos para as capellas outros fazendo capiteis e vazas (sic) feixos dos arcos e florois outros fazendo orgos e trebunas e grades para as mesmas outros andavão na condução das madeiras de castanho as milhores e mais groças que avia para collunas efeguras dos ornatos e para os santos que se collocarão nas capellas pêra a mesma talha./ Os escultores andavão fazendo as feguras para os ornatos das capellas orgos e por sima dos ornatos das trebunas./ Os imaginários andavão fazendo os santos que*

*se colocarão nas capellas [...]/ Os marceneiros andavão fazendo as cadeiras do coro retabollo e cachois da sancristia e tudo o que toca a madeira preta./ Os torneiros andavão a tornear grades de madeira e tocheiras e tudo o mais que compete ao seu ofício [...]/ Os [douradores] andavam dourando retabollos orgos trebunas vazas capiteis feichos florois e tudo o mais que lhes pertence” (A.D.P. 201, s/d).*

Os regimentos e os compromissos dos ofícios definiam estatutos e especificavam as diferentes áreas de actuação. A profissionalização de cada mester obrigava a três etapas: aprendizagem, passagem a oficial e obtenção de grau de mestre. A primeira, decorria na oficina onde em contacto com os oficiais e sob orientação do mestre, se adquiriam os conhecimentos básicos. Fazia-se um contrato entre mestre e aprendiz estabelecendo os direitos e deveres de ambas as partes. A sua duração dependia do ofício, variando entre dois e cinco anos, no caso dos ensambladores, entalhadores, escultores e torneiros, e entre cinco e nove anos no caso dos pintores (Ferreira-Alves, 1989: 69-70). Cada mestre só podia ter um aprendiz, não podendo aceitar outro sem que aquele tivesse concluído ou cumprido grande parte da aprendizagem. Também não poderia aceitar aprendizes de outros mestres sem autorização. Concluída a primeira etapa, o mestre tinha que dar conhecimento ao juiz, mordomos e escrivão da confraria e passava-se à categoria de oficial.

O oficial possuía três distinções: oficial (artífice que exercia uma arte ou ofício), obreiro (artífice que trabalhava numa oficina, recebendo salário correspondente à suas funções, pago pelo mestre responsável, mas sem ter feito o exame) e oficial-examinado (artífice com aprovação no exame). O oficial que não tivesse feito o exame não poderia receber aprendizes e oficiais para trabalhar sob sua ordem, nem poderia ter a sua oficina. Quem para ele trabalhasse seria igualmente multado e punido.

Feito o exame, todos os oficiais que permanecessem durante seis anos na sua actividade poderiam requerer exame para mestre. Em caso de não aproveitamento, continuariam na condição de oficial e poderiam requerer novo exame passados seis meses. Atingido o grau de mestre podia-se abrir loja – apenas uma - e trabalhar por conta própria (Ferreira-Alves, 1989) (Smith, 1963).

Aos juízes do ofício competia vistoriar as obras, zelar pelo bom ensino do ofício e pelo correcto funcionamento das oficinas, autenticar a certidão de exame e fiscalizar todos os níveis de laboração, desde os aprendizes, aos oficiais e mestres. Como forma de manter a sua imparcialidade eram substituídos anualmente (Ferreira-Alves, 1989).

No norte a aprendizagem era muito exigente, pois as oficinas reputadas rivalizavam entre si, podendo verificar-se, pelos trabalhos que ainda hoje persistem, o elevado padrão de qualidade (Ferreira-Alves, 2003a: 740).

O Porto foi o grande centro de produção retabular no norte, assistindo no primeiro período – o nacional – à primazia do mestre entalhador António Gomes, responsável pela maior parte dos trabalhos de vulto na cidade, tendo para tal constituído parcerias com outros artistas igualmente relevantes (Ferreira-Alves, 2003). De registar a colaboração com José Correia, na talha da capela-mor da igreja do Mosteiro de Jesus, em Aveiro (1725).

Luís Pereira da Costa é considerado um dos melhores mestres do seu tempo com obras como as caixas dos órgãos da capela-mor da Sé do Porto (1727) ou a capela-mor da igreja do Bom Jesus de Matosinhos e representa no período joanino, a continuidade dos formulários utilizados anteriormente pelos mestres portuenses. Este artista, em parceria com Miguel Francisco da Silva (vindo de Lisboa), é também o escolhido para participar numa das produções mais marcantes do período joanino: o retábulo-mor da Sé do Porto. Trata-se de um trabalho de grande criatividade e vigor decorativo inspirado na obra de Andrea Pozzo, *Perspectiva Pictorum et Architectorum* (Ferreira-Alves, 2003:743). Miguel Francisco da Silva é o entalhador da capela-mor da igreja do Convento de Santa Clara (1730), que engloba o revestimento do arco cruzeiro, servindo a sua estética como base para diversos retábulos executados posteriormente. No entanto, além de entalhador, Miguel Francisco da Silva foi preponderante para a evolução da escola portuense de talha e para a execução de alguns dos melhores exemplares do barroco joanino, como autor do risco. Destacam-se os retábulos-mor da igreja de São João da Foz (Porto, 1734), realizado por Manuel Rocha e Manuel da Costa Andrade, e do Convento de São Francisco (Guimarães, 1743), por Manuel da Costa Andrade, entre outros. Da autoria de Manuel da Costa Andrade, com risco de Francisco do Couto e Azevedo, são os retábulos de Nossa Senhora do Rosário dos Escravos (1740) e o de Nossa Senhora da Graça (1743), na nave da igreja do Convento de São Francisco.

Nos séculos XVII e XVIII, as parcerias entre mestres do mesmo ofício eram comuns, tanto pelo número de trabalhos adjudicados como pela sua envergadura. As parcerias poderiam ser feitas para uma determinada empreitada ou tendo em consideração trabalhos futuros. Na publicação de 1989, *A Arte da Talha no Porto na Época Barroca. Artistas e clientela. Materiais e técnica*, de Natália Marinho Ferreira-Alves, estas e outras parcerias encontram-se descritas com maior pormenor, referindo as obras realizadas e a sua datação.

Os encomendadores foram os principais responsáveis pelo impulso das grandes produções retabulares e consequente valorização e especialização dos diferentes ofícios envolvidos.

Eram estabelecidos contratos entre o encomendante e o artista, que na generalidade dos casos se encontravam divididos em quatro partes: na primeira, o tabelião declarava a data da escritura, o local de celebração e os intervenientes presentes e ausentes (no caso de existir procurador); na segunda parte, definia-se a obra, o seu local, o montante a ser pago e a forma e modalidades de pagamento; na terceira, referiam-se os direitos e deveres das partes envolvidas no processo, com menção à existência de penalizações no caso de incumprimento; por último, assinava-se o contrato onde se registavam nomes e por vezes profissões e moradas das testemunhas, finalizando com o aval do tabelião, também ele testemunha e redactor (Ferreira, 2009: 141).

Os contratos eram assinados pelos encomendadores ou os seus procuradores e muitos salvaguardavam aspectos que poderiam ocorrer anos após a conclusão da obra. A assinatura garantia que tanto o encomendante como o mestre responsável pela execução, poderiam recorrer à justiça no caso de alguma falta no acordo. São poucos os documentos em que é referida a presença de um fiador do mestre executante; a estes cabia responsabilizarem-se pelo trabalho do artista, no caso de incumprimento. Em alguns contratos vigoravam aspectos muito específicos quanto aos materiais e técnicas a aplicar, comprometendo-se o artista a seguir o risco e apontamentos apresentados. O pagamento era normalmente feito em três partes: uma no início, ao assinar a escritura, outra no meio do prazo de entrega e a última após a conclusão e vistoria da obra (Ferreira-Alves, 1989).

Uma das formas de contratação era colocar a empreitada a pregão, descrevendo qual o trabalho pretendido, sendo escolhido o artista com o preço mais baixo. No entanto e no caso de obras de vulto, era comum contratar-se directamente um mestre, reconhecido pela qualidade dos trabalhos previamente executados.

O risco, planta ou traça, consistem na passagem para o papel da encomenda do cliente e eram acompanhados pelos apontamentos, onde constava a descrição do trabalho. Na maior parte dos casos, o risco estava definido aquando da assinatura do contrato, no entanto, nem sempre o seu autor era o executante, podendo ser da autoria de outro mestre ou de um arquitecto. Durante a execução dos retábulos introduziam-se, por vezes, alterações à planta, tanto por sugestão do mestre entalhador, como do autor ou do encomendante.

O risco permitia ao encomendador ter uma ideia da obra, tanto quanto à sua estrutura e às diferentes partes que a compunham, como relativamente ao modelo arquitectónico a seguir e elementos decorativos a utilizar. Era um auxiliar fundamental do entalhador durante todo o processo, não só pela planta, como pelos apontamentos que a acompanhavam, onde se encontravam referidas medidas, formas e ornamentos. Após a conclusão do trabalho, era utilizado como guia pelos avaliadores, que verificavam a conformidade com o projecto original (Ferreira, 2009). Dos poucos contratos conhecidos, são raros os que possuem o risco e apontamentos da obra, pois quase todas as plantas e desenhos se encontram perdidas (Ferreira-Alves, 1989) (Eusébio, 2002) (Ferreira, 2009).



**5.**

**CONTEXTOS HISTÓRICOS,  
SOCIAIS E ESTÉTICOS**



## **5. CONTEXTOS HISTÓRICOS, SOCIAIS E ESTÉTICOS.**

### **5.1. Aveiro.**

#### **5.1.1. Retábulo-mor da igreja do Convento de Jesus.**

Os conventos femininos eram locais de grande prestígio, acolhendo senhoras da mais alta nobreza, inclusive de sangue real, como é o caso do Convento de Jesus, em Aveiro. Entre os fundadores dos diversos conventos portugueses encontram-se monarcas, rainhas e infantas. Os monarcas e as suas esposas surgem muitas vezes como patronos destas comunidades, colocando-as sob sua protecção e interferindo no seu destino, obrigação que passava para os seus herdeiros (Ferreira-Alves, 1992:371). Muitos destes espaços dispunham de rendimentos avultados, resultantes não só do patronato como de doações das suas religiosas. Parte desse pecúlio era utilizado em obras de melhoramento e ampliação dos espaços, não esquecendo as igrejas, lugares privilegiados do reflexo do espírito barroco que vigorou em Portugal entre o final do século XVII e mais de metade do século XVIII. Os exemplares conventuais que melhor reflectem este espírito são as igrejas dos conventos de Jesus (Aveiro) e de Santa Clara (Porto) (Ferreira-Alves, 1992).

O Convento de Jesus é um dos mais antigos de Aveiro, remontando a sua origem à segunda metade do século XV, quando o Papa Pio II concedeu a bula papal (1461) que autorizou o estabelecimento de uma Ordem Dominicana feminina. A construção teve início em 1462 na presença do rei D. Afonso V. A filha do rei, a Princesa Joana, entrou para o convento em 1472, levando uma vida de santidade, tendo sido beatificada em 1693. O espaço passou então a ser indissociável da vida da Princesa Santa (Madahil [XVI], 1939).

Do século XVI ao século XVIII sofreu diversas obras de ampliação, melhoramento e enriquecimento artístico. Em 1834, os ideais liberais levaram à extinção das ordens, no entanto as religiosas foram autorizadas a permanecer até à morte da última freira – 1874 no caso do Convento de Jesus. Em 1911 o Museu foi instalado no Convento.

A igreja é totalmente forrada com talha – entalhada e dourada ao longo de diferentes campanhas, entre os séculos XVII e XVIII. Ao esplendor da talha aliam-se os azulejos, esculturas e pinturas. Esta igreja e a sua decoração são um reflexo da produção retabular portuguesa e do gosto pela utilização de ouro na ornamentação de espaços religiosos.

Em 1685, Domingos Lopes, mestre de arquitectura, morador na cidade do Porto, contrata a obra do forro da Igreja do Mosteiro de Jesus, tendo como interveniente frei João de Santa Teresa, da Ordem de São Domingos, em nome da madre priora e das religiosas do

convento. O trabalho seria realizado de acordo com apontamentos que estariam na posse das religiosas, pelo valor de 470 mil réis, comprometendo-se a terminar até ao Natal de 1686 (Brandão, 1985). Em 1725, António Gomes e José Correia, mestres entalhadores, moradores na cidade do Porto, foram escolhidos para os trabalhos da capela-mor (Brandão, 1985) (Ferreira-Alves, 1992). Pelo convento e suas religiosas interveio como Procurador, o padre dominicano, Frei Manuel de São Boaventura. Como testemunha no contrato de 7 de Fevereiro de 1725, surge Roque Moreira dos Santos, aprendiz de entalhador e residente em casa de António Gomes. A empreitada foi ajustada com as seguintes indicações: armação, retábulo, tribuna, tecto, ilhargas da capela, candeeiros (anjos candelário), credências, presbitérios, degraus, frontal e outras pertenças. Tudo devia ser feito de acordo com a talha da capela-mor de São Bento da Avé-Maria no Porto (Brandão, 1985: 692). O preço foi de 3000 cruzados e 300 mil reis, sendo que a obra deveria estar concluída em dois anos a contar da data da escritura. O prazo não foi cumprido devido a trabalhos na igreja que incluíram a colocação de vidraças, encomendadas ao mestre vidraceiro do Porto, Manuel da Costa Vale (contrato assinado a 30 de Dezembro de 1727), que se comprometia a fazê-las iguais às da Sé do Porto (Ferreira-Alves, 1992: 377). A capela-mor foi concluída a 1 de Maio de 1728 (Brandão, 1985: 692).

A 30 de Março de 1729, foi passada uma procuração ao Licenciado António Telo da Veiga e Sousa, dando-lhe poder para assinar o contrato relativo ao douramento da capela-mor e fazer a escritura com os mestres pintores Manuel da Silva, da cidade de Coimbra e António José Correia, da cidade do Porto (Brandão, 1986: 144-145). A 2 de Abril de 1729 foi lavrada a escritura com o preço de ajuste de um conto e cinquenta mil réis (1050\$000). Este valor incluía as despesas das pinturas, sendo a escolha do pintor feita pelas religiosas do convento. No contrato registam-se as seguintes indicações: “...*Primeiramente, que o ouro será de Lisboa, do mais subido e gemado, o qual mandarão buscar elas ditas religiosas por sua conta, e a eles mestres se lhes abaterá ao compito ajustado que é um conto e cinquenta mil reis, e declararam eles partes, a saber, ele dito procurador a beneficio deles mestres que, no caso que as ditas religiosas consintam que o ouro se faça nesta cidade do Porto, sendo como o de Lisboa, neste caso cessará a clausula acima, ficando sempre em seu vigor o ser o custo dele e carros por conta deles mestres, e que o aparelho que fizerem os ditos mestres será com toda a segurança e capacidade, e a cola do retalho branco conforme a maior perfeição e com condição que, estalando ou caindo o dito dourado dentro de dez anos, serão*

*os dois mestres obrigados a edificá-lo de novo à sua custa, ...” “..., e que será tudo dourado quanto se vir, e os pássaros estofados com perfeição e os anjos encarnados e os que forem necessários estofados e encarnados,..”* (Brandão, 1986: 151).

O retábulo-mor é composto por uma tribuna central assente em duas colunas com decoração fitomórfica. No interior situa-se um trono de cinco degraus, enquadrado por uma estrutura arquitectónica em talha, com nicho central, ladeado por duas colunas e duas mísulas com imaginária, encimadas por baldaquino. Na base da tribuna, encontra-se o sacrário – de feitura posterior à execução do retábulo - em forma de templete, e sobre a banquetta, seis tocheiros ladeiam uma escultura de Cristo Crucificado. A mesa de altar possui uma geometria paralelepipedica com frontal entalhado, ostentando motivos fitomórficos (Alçada et al, 2002) (Figuras 2 e 3).



Figura 2. Retábulo-mor da igreja do convento de Jesus (Aveiro).

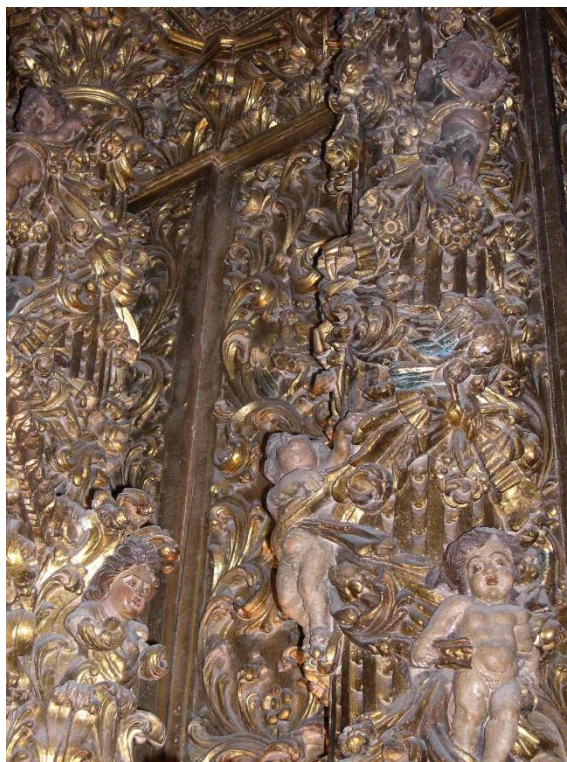


Figura 3. Retábulo-mor da igreja do convento de Jesus (Aveiro): detalhe.

As seis telas, localizadas nas paredes da capela-mor e datadas de 1729, são da autoria do pintor portuense Manuel Ferreira de Sousa e relatam cenas da vida da princesa Santa Joana. Sob estas telas e do mesmo período, encontram-se painéis de azulejo de temática idêntica (Ferreira-Alves, 1992).

## **5.2. Porto.**

### **5.2.1. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória.**

A igreja de São Bento da Vitória era das mais ricamente decoradas na cidade do Porto e o seu aspecto manteve-se inalterável até à actualidade. Existem diversas informações relativas à construção, tendo ocorrido a bênção em 1707 (Ferreira-Alves, 1989: 422).

Durante o período barroco nacional, são desenvolvidos dois esquemas retabulares paralelos, sendo que o primeiro e mais divulgado tem como modelo o retábulo-mor da igreja do Mosteiro de São Bento da Vitória. Neste retábulo, a estrutura é rematada superiormente com arquivoltas, que dão continuidade às colunas torsas. A decoração, onde predominam símbolos eucarísticos – cachos de uvas e fénices – é complementada com folhagens e



meninos (Ferreira-Alves, 2003: 741-742). Segundo Robert Smith (1963) “a pilastra ocupa o lugar entre as duas colunas e determina a forma lisa do arco central do remate, estabelecendo assim um ritmo secundário, que faz ressaltar a forma das colunas com os seus arcos. Neste retábulo o sacrário já se mostra integrado na própria estrutura ao lado das edículas que ocupam, majestosamente, dois registos debaixo do trono. Na zona superior figuram pilastras misuladas, ou «quartelões», enquadrando as estátuas, que dão a esta parte do enorme retábulo o aspecto de uma composição jesuítica... As grandes imagens de S. Bento e de S.<sup>ta</sup> Escolástica, que se tornarão características dos retábulos beneditinos, são, contudo, colocadas diagonalmente em peanhas sobrepostas diante de pilastras, de modo que as imagens se projectam com um dramatismo verdadeiramente barroco. Daí em diante será raro encontrar uma imagem dentro de um nicho.” (Smith, 1963: 75) (Figura 4).



Figura 4. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória.

Em 1715 chegou a Lisboa, proveniente do Brasil (Baía), a madeira para as grades, púlpitos e cadeirais do coro da Igreja; vieram no navio São Tomás 58 toros de madeira de jacarandá (Brandão, 1985: 446). Estes trabalhos foram adjudicados aos mestres ensambladores Manuel Vieira e António Cardoso em Maio de 1718. O entalhe do coro alto e o arranjo do retábulo-

mor e da sua tribuna foram efectuadas por Gabriel Rodrigues de acordo com contrato de Dezembro de 1717 (Brandão, 1985: 243-245). Natália Ferreira-Alves (2003a) refere ainda o nome de Bento Alvarenga da Costa, como estando ligado às obras no retábulo-mor, no entanto, a sua menção não é acompanhada de mais detalhes (Ferreira-Alves, 2003a: 746). Os relevos dos espaldares do cadeiral do coro-alto (1717-1719) ficaram a cargo do mestre entalhador Marceliano de Araújo, no que viria a ser a sua produção mais emblemática (Ferreira-Alves, 2003).

Relativamente aos trabalhos no retábulo-mor, Gabriel Rodrigues comprometeu-se a fazer a tribuna e a reformar e consertar o bojo do retábulo. Quanto à talha existente, tiraria *“por sua conta toda a entalha e mais madeira que há-de sair em lugar da nova que há-de fazer”*, ficando tudo para a Ordem Beneditina podendo o mestre aproveitar as colunas para a obra nova. O facto de permanecerem as colunas, permite avaliar o retábulo anterior, pois foi criada uma estrutura praticamente nova (Brandão, 1985: 484-485).

Entre os anos de 1719 e 1722, foram efectuadas diversas obras na igreja do mosteiro, entre as quais se destaca o início do douramento do retábulo-mor, que se prolongou no triénio seguinte. Gabriel Rodrigues executou seis anjos para o retábulo por 14 mil e quatrocentos réis. Do *Estado do Mosteiro* de 1722 transcreve-se a seguinte passagem: *“Vai-se dourando o retábulo da capela-mor, e já está muita parte dela dourado, e tudo o mais aparelhado, e se vai continuando com o douramento, para o que já ficam cento e um milheiros de ouro pagos,...”* (Brandão, 1985: 618-624).

Durante o triénio de 1722-1725 (30 de Abril de 1722, a de Maio de 1725), prosseguiram as obras na igreja incluindo o douramento do retábulo-mor: *“Deu para o ouro subido para o retábulo da capela-mor quatrocentos, quarenta e um mil e novecentos e setenta e cinco reis”* (Brandão, 1985:618-624).

No *Estado do Mosteiro* relativo ao triénio de 1731-1734, regista-se a limpeza dos retábulos e altares da igreja: *“E se alimparam da mensidade de pó os altares da igreja, todos os retábulos e toda a talha do coro e órgãos”* (Brandão, 1986: 289). Uma das últimas referências importantes sobre a igreja é ao pintor-dourador José Pereira Porto que, em Maio de 1774, se obriga a dourar tudo o que faltava cobrir de ouro na igreja (Ferreira-Alves, 1989: 422).

Robert Smith (1963: 75) aponta como possível data para a execução do retábulo-mor o ano de 1704, altura em que foram contratados António de Azevedo Fernandes (ensamblador) e



Domingos Nunes (entalhador) para a obra do corpo, estantes, púlpitos, grades e portas da igreja. Trabalho que não puderam executar devido ao atraso no envio da madeira vinda do Brasil. Quanto ao autor do risco, Robert Smith, destaca as semelhanças com o retábulo-mor da igreja do Salvador, de Moreira da Maia, dos cônegos regulares de Santo Agostinho, no Porto. Baseia-se ainda na descrição de um cronista anónimo do século XVIII, que refere a igreja do Salvador, como “*a primeira q de talha houve nesta Província, e a fez um Damião da Costa. n.<sup>al</sup> de Braga, q esteve alguns anos no Mostr.<sup>o</sup> da Batalha e la aprendeo a fazer os retabulos de talha, e depois de fazer esta fez m.<sup>os</sup> nesta Província.*” (Smith, 1963: 75). Baseando-se nestes pressupostos, coloca a hipótese de Damião da Costa ser o autor do retábulo-mor de São Bento da Vitória. Natália Ferreira-Alves, não faz qualquer alusão a esta hipótese nas suas publicações, referindo no Dicionário da Arte Barroca em Portugal (1989: 422), que se desconhece o autor, sendo no entanto válida a hipótese de Gabriel Rodrigues – responsável pelas obras referidas anteriormente, nomeadamente o arranjo do retábulo-mor – ser o responsável pela execução do retábulo.

### 5.2.2. Retábulo-mor da Sé do Porto.

Há registo de pelo menos dois retábulos que precederam o retábulo-mor existente actualmente na Sé do Porto. Uma das primeiras referências menciona a estrutura encomendada pelo Bispo do Porto, D. Diogo de Sousa (1496-1505) (Brandão, 1984: 23).

Em Setembro de 1544, Reimão d’Armas, pintor e pintor imaginário, recebeu do cônego provedor das obras da Sé, doze cruzados por trabalhos de restauro e douramento do mesmo. A 3 de Fevereiro de 1557, foi-lhe entregue a quantia de 2000 réis devida por trabalhos de limpeza e douramento feitos anteriormente no retábulo-mor. Reimão deu-se “*por paguo e satysfeito de tudo o que se lhe devia da dita obra asy douro que os como de o alympar*” (Brandão, 1984:55-58). Em 1545, João Anes faz as cadeiras para a capela-mor por 50 réis, e em Março de 1548, Gonçalo Jorge, carpinteiro, trabalhou na guarnição do retábulo-mor (Brandão, 1984: 59-62).

Um segundo retábulo, com a seguinte descrição, teria sido mandado construir por D. Frei Gonçalo de Moraes em 1606, aquando das obras da nova capela-mor: “*Mucha destresa por lo grande y por la disposicion de los ordenes Corinthia, Dorica y Toscana que en si contiene y embebe*” (Ferreira-Alves, 2002: 109) e que o Bispo havia mandado vir de Itália um artista,

de seu nome Valentim, discípulo de Miguel Ângelo "*que labrò el Altar Mayor por un diseno de su mismo Maestro, dorado y pintado segun el mejor gusto de aquel tiempo.*" (Ferreira-Alves, 2002: 109). De estrutura majestosa - serviu de modelo ao retábulo-mor da igreja de Santo Elói em 1611 -, foi substituído pelo actual na *Sede Vacante* de 1717-1741. Do anterior retábulo seiscentista pensa-se que restam apenas os oito painéis existentes na Sacristia (Brandão, 1984: 203-204) (Ferreira-Alves, 1998: 109).

Em 1685 Mateus Nunes de Oliveira, dourou, estofou, pintou e encarnou os encostos do cadeiral da capela-mor: espaldares, bancos, painéis, frisos, cartelas e molduras, comprometendo-se a fazer a obra por 260 mil réis (Brandão, 1984: 593-594). Este cadeiral desapareceu, subsistindo o de 1726 da autoria de Miguel Marques, ensamblador portuense (Brandão, 1986: 48-49).

Em 1717, ficou vaga a Sé do Porto pela transferência de D. Tomás de Almeida para o patriarcado de Lisboa. A partir desse ano os Capitulares do Porto deram início a uma série de obras na Sé. As plantas para o retábulo-mor foram encomendadas em Lisboa pelo procurador André Vaz de Guimarães, a Santos Pacheco e a Claude Laplade. A planta de Santos Pacheco foi enviada para o Porto a 25 de Janeiro de 1727 e a 8 de Fevereiro a de Claude Laplade. Os desenhos desapareceram e até à data desconhecem-se a acta ou actas com as deliberações dos capitulares, relativas à escolha da planta. Domingos de Pinho Brandão (Volume III, 1986: 28) escreve: "*Hoje, inclinamo-nos a que a planta escolhida foi a de Cláudio Laprada, embora com alterações sugeridas, porventura, pela de Santos Pacheco e, talvez, com modificações introduzidas por António Pereira que então dirigia as obras da Sé e outras posteriores.*" Natália Ferreira-Alves, também refere a dúvida na atribuição do risco, mas tende para Santos Pacheco como autor (1989: 173, 265).

Os trabalhos tiveram início em 1727 e terminaram em 1729. Luís Pereira da Costa foi um dos artistas escolhidos em parceria com Miguel Francisco da Silva (de Lisboa). Este último irá "*simbolizar a permanência de uma linha conservadora no tratamento do entalhe da madeira, a par das novas interpretações características do barroco joanino, aspecto de grande interesse para o conhecimento da talha nortenha*" (Ferreira-Alves, 2003: 742).

Em 1726 o antigo retábulo maneirista da capela-mor foi desmantelado. Em 1727, a 24 de Dezembro, foram pagos os carretos das traves que vieram da Quinta de Santa Cruz do Bispo, Matosinhos, para as colunas. Em 1729, Claude Laplade esculpiu as quatro imagens do retábulo que José Salutin (Gioseppe Salutin, artista veneziano), em 1730, pintou e estofou

(Brandão, 1986: 118). Estas quatro imagens representam São João Nepomuceno, São Basílio, São Bento e São Bernardo. Claude Laplade recebeu a quantia de doze moedas de quatro mil e oitocentos réis por cada escultura e José Salutin um total de cento e dezassete mil e seiscentos réis (Brandão, 1986:118).

José Salutin foi o mestre responsável pelo douramento do retábulo-mor. As cédulas dos pagamentos estão datadas de 19 de Julho de 1729 a 16 de Março de 1731 e somam quatro mil e oitocentos mil réis (Brandão, 1986: 163). Nos apontamentos do contrato podem ler-se as seguintes indicações: *“Apontamentos da forma do dourado que se há-de fazer na capela-mor da Sé desta cidade. O mestre que obrigar a fazer esta capela de todo o seu dourado que consta de retábulo, órgãos, janelas e cadeiras e capiteis de todos os pilares, das vidraças, seus cunhos e caixilhos, nos órgãos todos os canudos e trombetas com o labor que parecer conveniente ao agradável. A capela e o retábulo maior será feito com toda a segurança de aparelho, o melhor que der a arte, o que será examinado por pessoas que possam fazer juízo da sua bondade, e assim o ouro será a contento dos Senhores do Cabido, tanto em cor, como em bondade. O preço do ouro se ajustará com o bate-folha, na forma que melhor convier a quem faz o dourado, e lho mandarão pagar os Senhores do Cabido ao mesmo bate-folha, todo o que constar ser para a dita obra da capela-mor, pelo preço ajustado com o mestre. Será dourado com o melhor capricho que pedir a mesma obra donde se fizer eleição de foscos para melhor apartamento da vista, e toda a talha e madeira entalhada que se puder alcançar com a vista será dourada como a que de mais perto se possa ver, ainda que seja de mais longe vista e do mais perto que se possa ver, ainda que detrás do altar se metam a esquadrinhar alguma falta sendo de baixo as vistas todas, de qualquer parte em que se possa ver falta, e tudo o mais. Esta mesma ordem se segue nos órgãos e janelas grandes. Todas as figuras serão estofadas do mesmo ouro e carnes foscas. As sanefas se farão de dourado com lisos delas com tisso fingido com o melhor padrão que se possa escolher, tudo rigorosamente perfeito. ...”* (Brandão, 1986: 163-164).

Em 1731, José Fernandes, António Manuel de Sousa e António Fernandes, douradores, fizeram, entre diversos trabalhos na Sé, o douramento dos resplendores das esculturas (Brandão, 1986: 244).

Com a construção do retábulo-mor da Sé do Porto (1727-1729), introduz-se no Porto o gosto pelo barroco romano, que visava dar uma feição mais moderna ao edifício medieval de acordo com as novas tendências estéticas. Este retábulo, considerado uma das máquinas

retabulares mais imponentes do país, de grande criatividade e vigor decorativo, inspira-se na obra de Andrea Pozzo *Perspectiva Pictorum et Architectorum*. Possui ainda diversos paralelismos com a talha lisboeta, nomeadamente com os retábulos-mor das igrejas de Nossa Senhora da Pena e de Santa Catarina dos Paulistas (Ferreira-Alves, 2003b).

Segundo descrição de Robert Smith (1963: 107-108): *“Consta o retábulo de seis grandes colunas da verdadeira forma salomónica e quatro meias colunas formando dois imensos pilares atrás, numa composição cenográfica no estilo de Panini e Bibiena. As duas colunas mais avançadas, com os seus fragmentos de frontispício e anjos sentados, representam a fórmula básica dos retábulos joaninos de Lisboa, tirada de Padre Pozzo. Também o camarim do centro e o sacrário em forma de sarcófago derivam do seu livro,.../ Por cima levanta-se a tribuna sem «renda», que vai terminar num arco-de-trinfeio,... / ...Ao contrário dos retábulos de Lisboa, a parte final projecta-se em forma de dossel ou sanefa. Há um luxuoso lambrequim, provavelmente derivado do baldaquino de S. Pedro, em Roma, sob o qual se vê um relevo da SS. Trindade,.../ As duas colunas principais assentam em mísulas maravilhosamente entalhadas, onde gigantescos atlantes, cuja complexa roupagem seria copiada em muitos retábulos do Porto, curvam-se por baixo de uma rica carga de folhas de acanto entrelaçadas com volutas. / ...Alternam, no retábulo portuense, as mísulas com quatro relevos mais sóbrios, compostos de medalhões angélicos, sustentados por pares de meninos nus, outro motivo destinado a tornar-se predilecto na escola do Porto, cercados de pequenos frontões barrocos romanos,..., por baixo de sanefas das peanhas dos santos,... Por todo o retábulo admira-se a discreta beleza das molduras.”* (Figura 5)



Figura 5. Retábulo-mor da Sé do Porto.

Actualmente, a Sé do Porto concebida durante os anos da *Sede Vacante* (1717-1741), já não existe. O “horror ao vazio” do período barroco, com a sua profusão de talha, pintura e estuques que revestiam o interior, desapareceram. O depuramento das formas e a procura de um retorno à estética medieval levou a que durante o século XX, a partir de 1927, a Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, procedesse a uma intervenção profunda na Sé. De acordo com este critério, e numa época em que o barroco era considerado de péssimo gosto, foram retirados os retábulos das naves, os púlpitos, as grades, as sanefas, os capitéis, os remates e outros ornatos de talha, enquanto simultaneamente se picavam estuques e se retiravam pinturas, imagens, etc. (Ferreira-Alves, 2002: 123). Carlos Passos, na sua “Guia Histórica e Artística do Porto” (1935: 14), faz o seguinte comentário: *"O critério dos restauros está condenado nos paizes civilizados; pratica-se, todavia, em terras bárbaras, onde campeia a ignorância, a incultura, onde se exhibe o espírito da Beócia, onde a inteligência é dominada pelos primários do intellecto. Graças a tais prendas fruimos hoje o gozo de admirar o patusco estilo românico do século XX."*

### **5.2.3. Retábulo-mor da igreja de São Francisco.**

A igreja do convento de São Francisco no Porto é um dos exemplos que melhor caracteriza as chamadas igrejas forradas a ouro, que alcançaram o seu apogeu durante o período joanino, no segundo quartel do século XVIII. Não possuindo a unidade estética da igreja de Santa Clara, permite, no entanto, ter uma visão global das diferentes fases da talha barroca nortenha.

Como em muitas igrejas do Porto e do norte do País, coexistem uma estrutura arquitectónica medieval (gótica) e uma decoração barroca, onde o interior é revestido com talha dourada na sua quase totalidade.

A nave e o transepto são compostos por 13 retábulos, executados em épocas diferentes, sendo que alguns sofreram alterações na sua denominação. Do lado do Evangelho situam-se os altares de São Benedito, Santo António e São Francisco; do lado da Epístola, os de São Boaventura, o da capela dos Reis Magos e o retábulo de Nossa Senhora das Candeias. No topo do transepto, do lado da Epístola, localiza-se a capela dos Carneiros, também conhecida como capela do Sacramento. Nas naves laterais, do lado do Evangelho, os retábulos de Nossa Senhora da Rosa (antigo retábulo de Nossa Senhora da Graça), o da Árvore de Jessé – uma

das mais célebres obras da igreja - e o de Nossa Senhora do Socorro (antigo retábulo de Nossa Senhora do Rosário dos Escravos); do lado da Epístola, o de Nossa Senhora da Conceição (ou dos Santos Mártires de Marrocos), a capela de Nossa Senhora da Soledade (onde se localizava o retábulo da Porciúncula, de estilo maneirista e hoje desaparecido) e o de Nossa Senhora da Anunciação (antigo retábulo de Nossa Senhora da Encarnação) (Ferreira-Alves, 1989: 423).

A partir do século XVII, surgem informações relativas à feitura dos retábulos, sendo que em alguns casos são conhecidos os mestres envolvidos na sua produção. Destes, cinco foram construídos durante as décadas de 40 e 50 de 700, altura em que o interior da igreja sofreu grandes remodelações: retábulos laterais de Nossa Senhora do Rosário dos Escravos, hoje de Nossa Senhora do Socorro e localizado no lado do Evangelho, mais tarde e do mesmo lado, o de Nossa Senhora da Graça, hoje Nossa Senhora da Rosa; em 1750 é iniciado um outro altar lateral, do lado da Epístola, o de Nossa Senhora da Encarnação, hoje denominado de Nossa Senhora da Anunciação e posteriormente o dos Santos Mártires de Marrocos, na altura de Nossa Senhora da Conceição. A última obra de talha documentada é a da capela de Nossa Senhora da Soledade, em 1764, um dos mais belos exemplares do rococó português (Ferreira-Alves, 1989: 424).

Destaca-se o conjunto formado pelo arco-cruzeiro e capela-mor, que com os diferentes retábulos e a decoração parietal e das coberturas, forma um interior ricamente revestido a ouro. A capela-mor possui uma cobertura em abóbada artesonada e as paredes são totalmente forradas a talha, ritmada pela aplicação de colunas.

Entre os altares de que se desconhecem detalhes quanto à sua execução, encontra-se o retábulo-mor (Figura 6). Robert Smith (1963: 112-113) descreve-o como sendo inspirado no retábulo-mor da Sé do Porto, *“mas formando uma composição com o arco-cruzeiro, em que as colunas salomónicas e estátuas dos altares colaterais parecem unidas com as da capela-mor, e onde as duas grandiosas sanefas, como contraste dos seus lambrequins, produzem uma música barroca que enche a igreja com a sua sonoridade. Iluminada pelas enormes frestas góticas da abside, é a maior composição cenográfica de Portugal. / Nas arcadas da nave o grandioso cortejo procede. Mas aqui observa-se o contraste entre as colunas «quase salomónicas» e a ampla ornamentação joanina da capela-mor e os motivos que revestem esta parte do conjunto.”* O retábulo, com trono central, encontra-se adaptado às aberturas dos vãos através de colunas que suportam entablamento e sanefas. (Figura 6)



Figura 6. Retábulo-mor da igreja de São Francisco.

#### 5.2.4. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara.

Instituições de grande notoriedade, os conventos femininos acolhiam senhoras da Alta Nobreza. Monarcas, rainhas e infantas, encontram-se entre os fundadores, sendo muitas vezes mecenas destes espaços, colocando-os sob sua protecção e interferindo na tomada de decisões (Ferreira-Alves, 1992).

O Convento de Santa Clara, no Porto, auferiu deste patrocínio régio; a rainha D. Filipa de Lancastre, tendo-se apercebido que a morte a impediria de assistir à fundação, recomendou a seu marido, D. João I, que desse cumprimento, em sua memória, a esta vontade. O rei cumpriu a intenção expressa pela rainha, tendo-se deslocado ao Porto, acompanhado dos filhos. A 28 de Março de 1416 procedeu-se à bênção da primeira pedra. O envolvimento do rei e dos seus familiares teve consequências nos reinados posteriores, que confirmariam os privilégios concedidos (Ferreira-Alves, 1992: 371-372).

Na segunda metade do século XVII, os bens disponíveis permitiram às clarissas efectuar diversas obras, entre as quais a construção de um retábulo-mor, tendo sido acordado o seu douramento com o mestre Manuel de Sousa Sampaio, em 1667. Em 1695, fazem-se reformas

importantes no interior da igreja, incluindo as tribunas da capela-mor e o arranjo de todos os altares (Ferreira-Alves, 1992: 381).

A partir de 1729, inicia-se um importante período, que corresponde a obras profundas na capela-mor, que necessitava de um espaço mais amplo, para acolher um novo retábulo de traça moderna. A 13 de Maio do mesmo ano, as freiras contratam Manuel Ferreira, Pantaleão das Neves e Manuel João, o Cravo, para executarem essa obra, com a indicação de cumprir tudo o que determinar o arquitecto das obras da Sé, António Pereira.

Em 1730 surge associado às obras de Santa Clara, Miguel Francisco da Silva, considerado um dos melhores intérpretes da talha joanina portuense. Com uma actividade excepcional como autor de risco e entalhador, atinge a sua realização máxima como artista na execução da talha da capela-mor, cujo contrato é firmado em 20 de Abril de 1730 (Ferreira-Alves, 1992: 382). Por escritura de 24 de Agosto de 1747, Pedro da Silva Lisboa e António José Pereira, mestres pintores, moradores na cidade do Porto, comprometem-se a dourar a talha da capela-mor, na condição de concluírem o trabalho até 15 de Maio de 1748 (Brandão, 1986: 520-521).

O interior da igreja de Santa Clara, não sendo tão sumptuoso como o da igreja de São Francisco, é considerado por diversos Historiadores de Arte como superior, dada a sua unidade formal. Todos os elementos se identificam e o interior, com excepções pontuais na abóbada da nave, encontra-se totalmente forrado a talha dourada.

O retábulo-mor é composto por um arco de remate em perspectiva e colunas salomónicas que ladeiam as imagens de Santa Clara e São Francisco, e suportam a sanefa curva sobre o trono. Os painéis do tecto estão agrupados em redor de um só pendente, no meio de dois ovais. As paredes da capela-mor são decoradas por pilastras ornadas com grutescos, cada uma com uma mísula segura por dois meninos. A decoração inclui escudos com armas franciscanas, pinturas dos triunfos da Fé e da Eucaristia, grinaldas, vasos de flores nas mísulas, esculturas, anjos, sanefas e lambrequins de desenho extravagante, obedecendo estritamente às regras da estética joanina (Smith, 1963: 112). Tecto artesoadado e em alfarge. A capela-mor é dominada por uma grande sanefa de expressão joanina, situada sobre o arco cruzeiro (Figura 7).





Figura 7. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara.

### **5.3. Braga.**

#### **5.3.1. Retábulo-mor da igreja de São Paulo.**

A igreja de São Paulo, ou igreja do Seminário Conciliar de São Pedro e São Paulo, localiza-se no antigo colégio jesuíta de São Paulo, fundado por D. Diogo de Sousa, que dirigiu a arquidiocese entre 1505 e 1532. Em 1560 o colégio passou para a tutela da Companhia de Jesus. Foi durante a administração jesuítica, em 1567, que teve início a construção da igreja (Pinto et al, 2011). As obras prolongaram-se por vários anos, tendo sido o Santíssimo Sacramento translado da antiga para a nova igreja em 1588, no entanto, existem referências à colocação da cobertura e pavimentação da igreja, apenas no início do século XVIII, altura em que terá sido efectuado o trabalho de talha na capela-mor (Carvalho, 2016: 107).

A 6 de Abril de 1709, Luís Vieira da Cruz, mestre entalhador, morador na cidade de Braga, assina um documento em que se obriga a fazer o retábulo-mor, conforme o seu próprio risco e reaproveitando as quatro colunas do retábulo primitivo (do primeiro quartel do século XVII). A obra custou 240\$000 ([www.monumentos.gov.pt](http://www.monumentos.gov.pt)).

Em 1710 é assinado o contrato com o pintor-dourador Jerónimo Luís, morador no Campo da Vinha, para o douramento do retábulo, tribuna e ilhargas da capela-mor, sendo cada milheiro de ouro 7\$400 ([www.monumentos.gov.pt](http://www.monumentos.gov.pt)).

A capela-mor ostenta uma diversidade de soluções nas áreas da arquitectura, azulejo e talha, mantendo contudo uma unidade iconográfica, simbólica e estética. Esta capela integra o conceito de arte total, que caracterizou o barroco do reinado de D. Pedro II, prolongando-se nos primeiros anos do reinado de D. João V (Carvalho, 2016:129).

O retábulo-mor, de Estilo Nacional, é composto por um corpo e tramo únicos. Possui uma estrutura arquitectónica de planta côncava e um eixo definido por quatro colunas torsas, ornadas por pâmpanos, que se prolongam em duas arquivoltas planas, com cartela no fecho. As colunas estão assentes em plintos paralelepípedicos, que ostentam nas faces acantos e figuras humanas interlaçadas com elementos vegetalistas e aves policromadas. As colunas, de capitéis coríntios, apresentam fustes helicoidais decorados com anjos, e cachos de uvas com folhagem. A parede fundeira da tribuna é policromada e decorada com um resplendor e motivos decorativos em talha dourada. No camarim, de abóbada de berço, insere-se um sumptuoso trono Eucarístico, encimado por uma maquineta com imagem, ladeada por colunas salomónicas, com decoração vegetalista. Na zona inferior da tribuna situa-se um corpo trapezoidal, estruturado por entablamento quebrado, quatro pequenas colunas e pilastras, decorado com anjos alados, onde se insere o sacrário em forma de templete com porta em arco de volta perfeita. O sotobanco é em granito e o altar (paralelepípedo), possui um frontal com decoração de embutidos em pedra branca e preta (Pinto et al, 2011: 28-30). ([www.monumentos.gov.pt](http://www.monumentos.gov.pt)) (Figuras 8 e 9).

De realçar o trabalho azulejar da capela-mor, atribuído ao Mestre P.M.P, pertencente ao período do Ciclo dos Mestres (Carvalho, 2016: 107).



Figura 8. Retábulo-mor da igreja de São Paulo.



Figura 9. Retábulo-mor da igreja de São Paulo: detalhe.



**6.**

## **MÉTODOS ANALÍTICOS**



## 6. MÉTODOS ANALÍTICOS.

### 6.1. Selecção dos retábulos.

A folha de ouro estudada pertence a alguns dos mais interessantes exemplares de talha barroca Portuguesa: retábulo-mor da igreja de Jesus em Aveiro (actual Museu de Aveiro e antigo Convento de Jesus), retábulo-mor da Igreja de São Bento da Vitória (Porto), retábulo-mor da Sé do Porto, retábulo-mor da Igreja de São Francisco (Porto), retábulo-mor da Igreja de Santa Clara (Porto) e retábulo-mor da Igreja de São Paulo (Braga).

Estes retábulos foram seleccionados tendo por base a sua importância na História da Arte portuguesa, tratando-se de obras que reflectem de forma clara o que de melhor se produziu em Portugal durante o período barroco. Quase todos possuem informação relativa a pelo menos um dos aspectos da sua produção, nomeadamente o autor do risco, do entalhe ou do douramento. A excepção é o retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto), para o qual não existe qualquer informação (Tabela 10).

Tabela 10. Retábulos estudados: autores do risco, entalhadores e douradores.

Retábulo	Autor do risco	Entalhador	Dourador	Observações
<b>Igreja do Convento de Jesus (Aveiro)</b>	-----	António Gomes José Correia 1725	Manuel da Silva António José Correia 1729	Barroco nacional.
<b>São Bento (Porto)</b>	-----	Gabriel Rodrigues 1717	----- 1722-1725	Barroco nacional. Utilização das colunas do anterior retábulo.
<b>Sé do Porto</b>	Santos Pacheco* ou Claude Laplade** 1727	Luís Pereira da Costa. Miguel Francisco da Silva. 1727-1729	José Salutin. 1729-1731	Barroco romano. * Natália Ferreira- Alves (1989:173,265). **Domingos de Pinho Brandão (Vol. III, 1986:28).
<b>São Francisco (Porto)</b>	-----	-----	-----	Barroco joanino.



<b>Santa Clara (Porto)</b>	-----	Miguel Francisco da Silva. 1730	Pedro da Silva Lisboa. António José Pereira. 1747	Barroco joanino.
<b>São Paulo (Braga)</b>	Luís Vieira da Cruz.	Luís Vieira da Cruz. 1709	Jerónimo Luís. 1710	Barroco nacional. Utilização das colunas do anterior retábulo.

## 6.2. Recolha de amostras.

Foram recolhidas três amostras em cada retábulo; seleccionaram-se áreas discretas mas representativas, como o entablamento, o reverso das colunas e zonas de difícil acesso, de forma a garantir amostras pouco alteradas pela presença de materiais estranhos tais como tintas, purpurinas, ceras ou vernizes (Figuras 10 a 12).



Figuras 10 a 12. Recolha de amostras: retábulos-mor das igrejas de São Bento (Porto), Sé do Porto e Santa Clara (Porto).

Para além da definição prévia da localização das zonas de recolha, foi feito um levantamento das intervenções sofridas pelos retábulos ao longo dos anos. Pretendeu-se compreender qual o grau de alteração causado pelos tratamentos a que as obras estiveram sujeitas, nomeadamente a aplicação de douramentos parciais ou totais, durante intervenções de conservação e restauro efectuadas em anos mais recentes, ou outras intervenções em períodos anteriores. Foi consultada a documentação existente nos arquivos da Direcção Regional de Cultura do Norte – Casa de Ramalde – e foi considerada a informação



disponibilizada pela Direcção Geral do Património Cultural em: <http://www.patrimoniocultural.gov.pt> e <http://www.monumentos.gov.pt>. Tendo em atenção que nem todas as intervenções estarão documentadas e/ou serão do conhecimento da Direcção Geral do Património e da Direcção Regional de Cultura do Norte, trata-se, no entanto, de um ponto de partida consistente. Não foram encontradas referências a douramentos totais ou parciais nos retábulos estudados.

Foi ainda analisada folha de ouro, de 22 quilates, comercializada por *Fabbriche Riunite Metalli in Foglie e in Polvere S.P.A.*, Milão (Itália). A opção por integrar neste estudo folha de ouro comercial, deveu-se ao facto de ser um material utilizado actualmente em conservação e restauro de talha dourada. Pretendeu-se saber um pouco mais sobre um produto que é vendido apenas de acordo com os quilates e a cor que possui, sendo fornecida uma informação genérica, sem qualquer indicação quanto à sua composição.

Como complemento da investigação analisou-se uma amostra de purpurina produzida e comercializada pela Favrel Lisbonense: “Ouro Impalpável “Varela” para retoques”. Durante várias décadas e até há poucos anos, a purpurina foi utilizada como substituto do ouro, aplicada em maior ou menor extensão para cobrir lacunas e desgastes. Nunca fez parte da paleta de um Conservador-restaurador no entanto, foi extensivamente utilizada em retábulos de talha dourada por aqueles que, sem conhecimento dos danos que poderiam causar, pretendiam devolver o brilho perdido. A Favrel Lisbonense deixou de produzir a sua marca na década de 90 do século XX, não existindo informação se a data de fim de produção das purpurinas é coincidente com esta ou anterior.

### **6.3. Preparação das amostras.**

As amostras recolhidas, com área de superfície de aproximadamente de 1mm<sup>2</sup>, foram colocadas sobre um cubo de resina sólida já preparada e envolvidas em resina fluida. Utilizou-se epóxida BYLAPOX 3085 A e B (2:1), que polimeriza ao fim de 24 horas à temperatura ambiente. Os cubos de resina transparente contendo a amostra, foram posteriormente polidos, segundo um plano perpendicular à camada de pintura (Figura 13). Utilizou-se uma polidora Planapol-V, marca Struers, com uma rotação de 100 ppm e lixas de diferentes granulometrias. As análises foram efectuadas ao longo dos cortes estratigráficos.

O englobamento das amostras realizou-se no Laboratório de Métodos de Exame e Análise do Departamento de Conservação e Restauro, do Instituto Politécnico de Tomar.

#### **6.4. Microscopia óptica (OM).**

A observação das amostras foi efectuada com um estereomicroscópio óptico Zeiss Stemi 2000-C com fonte iluminação externa (Zeiss KL 1500 LCD). A obtenção das imagens foi efectuada em campo claro, com uma câmara AxioCam MRcS e equipamento Axio Vs 40 V4.4 Carl Zeiss Vision GmbH para aquisição e tratamento de software. A preparação e observação das amostras seguiu o procedimento aplicado à análise de pintura e escultura (Khandekar, 2003). A análise estratigráfica das amostras permite estudar o número, adesão e coesão das camadas e a forma e dimensão das partículas (Calvo, 2003), assim como a presença de mais do que um douramento. A observação foi efectuada ao longo do corte estratigráfico.

O polimento, registo e análise, realizaram-se no Laboratório de Preparação de Amostras e no Laboratório de Microscopia, do Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro, em Coimbra.

#### **6.5. Microscopia electrónica de varrimento com espectrometria de raios X por dispersão de energia (SEM-EDS).**

As análises por SEM-EDS foram efectuadas no microscópio Hitachi SU-70 UHR Schottky FESEM com sistema Quantax 400 EDS da Bruker AXS (XFlash Silicon Drift Detector). Foi aplicada uma voltagem de aceleração de 15 kV e uma corrente de 32  $\mu$ A. A análise elementar da folha de ouro foi efectuada numa área de 1  $\mu\text{m}^2$ , seleccionada de acordo com a sua homogeneidade e ausência de vazios, com um tempo de aquisição de 60 segundos. As amostras foram analisadas com uma ampliação de 8000x e a análise elementar e semi-quantitativa foi obtida após três aquisições por amostra. A semi-quantificação foi efectuada pelo software Esprit usando o método P/B-ZAF, sendo ZAF a matriz de correcção, baseada na expressão analítica do número atómico (Z), na auto-absorção (A) e na fluorescência secundária (F), fornecida pelo software Esprit. Os resultados semi-quantitativos foram normalizados a 100%. As amostras foram cobertas com grafite. A utilização de SEM-EDS permite o estudo da microestrutura através do varrimento por linhas, assim como a execução de mapas bidimensionais da distribuição elementar (Guerra, 2004a) (Hein, 2008).

Não foram efectuados testes com padrões para determinar os limites de detecção dos diferentes elementos, no entanto, de acordo com a bibliografia (Newbury and Ritchie, 2013) (Goldstein, 1981; 1975) e a informação fornecida pelo Laboratório, é possível definir os limites de detecção entre 0,5 % e 1,0 % em função do número atómico.

Este exame foi realizado no Departamento de Engenharia dos Materiais e Cerâmica, da Universidade de Aveiro.

(Figura 13)

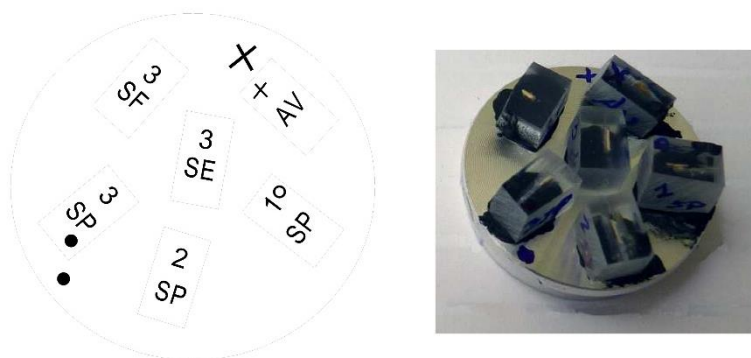


Figura 13. Esquema de distribuição das amostras e porta-amostras com exemplares para análise por SEM-EDS. Amostras dos retábulos-mor das igrejas de Jesus (Aveiro) (AV), três amostras da igreja de São Paulo (Braga) (SP); igreja de São Francisco (Porto) (SF) e Sé do Porto (SE).

#### 6.6. Espectrometria de massa com plasma indutivo (ICP-MS).

O estudo por ICP-MS foi efectuado num equipamento Thermo X-Series quadrupole ICP-MS (Thermo Scientific) equipado com um nebulizador Burgener ( $1.0 \text{ mL min}^{-1}$ ), cones de níquel e uma bomba peristáltica, segundo as condições de operação referidas na Tabela 11. A validação dos métodos químicos foi efectuada seguindo as recomendações do Guia Relacre 13 utilizando amostras certificadas (Merck, p.a.) para determinação das curvas de calibração (Guia RELACRE 13, 2000) e incluiu a definição do alcance, linearidade, limites analíticos (de detecção e quantificação dos diferentes elementos), sensibilidade e precisão (repetibilidade). As curvas de calibração foram produzidas utilizando padrões comerciais elementares e multi-elementares. Como as amostras estão estruturadas em diferentes camadas, compostas por diferentes materiais, foi necessário separá-las; primeiro, cada amostra foi sujeita a uma solução de ácido nítrico (10%) aquecida, com o objectivo de dissolver as camadas de preparação e bolo (Figuras 14-16). De seguida, o resíduo, composto maioritariamente por folha de ouro, foi dissolvido em água-régia (solução de ácido nítrico e

clorídrico 1:3). Ambas as soluções foram analisadas de forma a determinar a eficácia dos procedimentos. Efectuaram-se três leituras para cada elemento, sendo que os resultados correspondem à concentração média obtida para as três leituras. Fundamental neste processo, é a determinação do procedimento adequado para a completa dissolução das amostras por digestão química (Guerra, 2004b); dado que os limites de detecção dependem em grande parte da limpeza dos vasos de digestão, da pureza dos reagentes adicionados durante a mineralização e do tipo de ácido utilizado na preparação das amostras, estes factores desempenham um papel decisivo durante as medições (Pyrzynska, 2005).

Com esta técnica é possível identificar os elementos maioritários (com concentrações mássicas superiores a 10 %), traço (concentrações entre 1,0 e 10 %) e ultra-traço (concentrações inferiores a 1,0 %) (Guerra, 2004b) (Newbury and Ritchie, 2012).

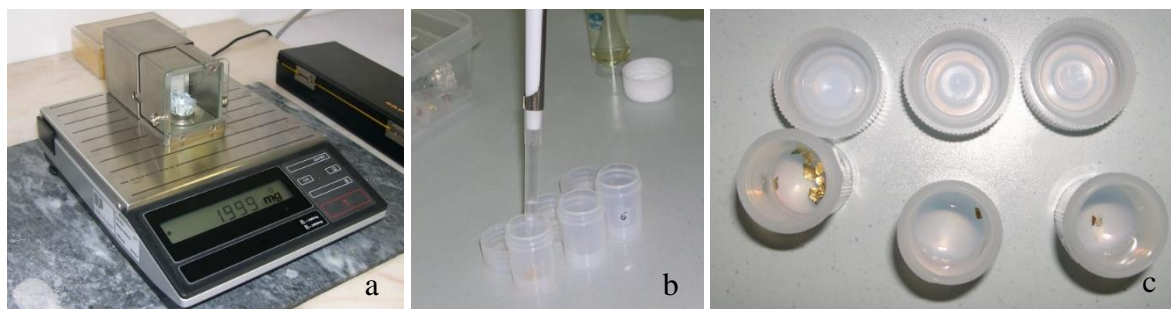
Não foram analisadas as amostras da igreja de São Paulo (Braga), pois aquando dos exames ainda se aguardava a autorização para a recolha.

Não se efectuou a análise à purpurina pois só recentemente foi fornecida a amostra.

Os exames foram efectuados no Laboratório Central de Análises, da Universidade de Aveiro.

Tabela 11. ICP-MS: condições de operação.

Data acquisition parameters	
Scanning mode	Peak jump
Dwell time (ms)	10
Reading per replicate	3
Points per spectral peak	1
Sweeps	60
Setup timings	
Uptake	30 s
Washout	60 s
Requirements of argon gas	
Purity	$\geq 99.996 \%$
Maximum quantity of water	$< 5 \text{ mgL}^{-1}$
Flow	$20 \text{ L min}^{-1}$
Throttle	5.5 bar (max. 6 bar)
Internal standard	$^{115}\text{In}$



Figuras 14 a 16. ICP-MS. Preparação das amostras: a) pesagem; b) dissolução com ácido nítrico; c) amostras em solução (da esquerda para a direita): ouro comercial, São Bento (Porto) e Sé do Porto.

## 6.7. Microfluorescência de raios X por radiação de sincrotrão (SR- $\mu$ XRF).

### 6.7.1. Retábulo-mor da Igreja do Mosteiro de Jesus – Aveiro.

Foram realizadas medições utilizando microfluorescência de raios X (SR- $\mu$ XRF), na BAMline do sincrotrão BESSY, em Berlim, na BAM Federal Institute for Materials Research and Testing (Riesemeier et al, 2005). Dos diferentes equipamentos ópticos disponíveis foi utilizado o duplo monocromador multicamadas, com um feixe monocromático de alto fluxo de 12 keV e de 33 keV, e largura de banda de 120 eV. O feixe foi focado com uma lente refractiva (*Compound Refractive Lens - CRL*) (Nazmov et al, 2004), para um ponto na amostra de  $1 \mu\text{m}^2$  e o espectro recolhido com um detector SDD (*Silicon Drift Detector*). Este equipamento, juntamente com um nível de manipulação de elevada precisão, permitiu efectuar varrimentos ao longo da amostra com uma resolução de  $1 \mu\text{m}$  (Figura 17).

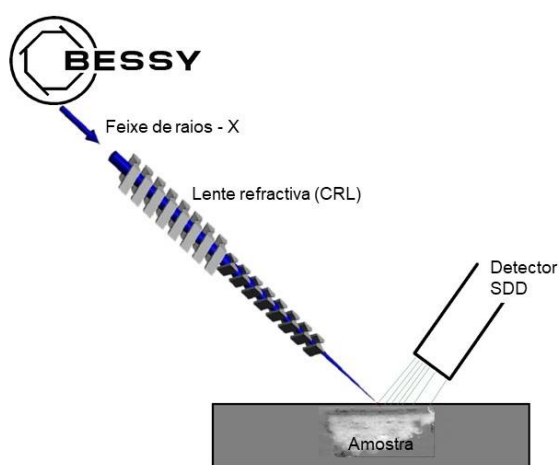


Figura 17. SR- $\mu$ XRF: desenho esquemático do equipamento utilizado no sincrotrão BESSY (Berlim) para análise das amostras.

#### 6.7.2. Retábulo-mor da Sé do Porto – Porto.

Foram realizadas medições no sincrotrão ESRF - European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble/França - na linha ID-21. Os espectros de fluorescência de raios X (XRF), foram recolhidos durante a realização da experiência com a referência EC-806 intitulada “Searching deeper to interpret the details in L3-edge XANES spectra of In and Sn carried by tetrahedral sulphides in polymetallic ore samples”. A energia de excitação utilizada foi de 4,2 keV e os fragmentos de amostra foram directamente irradiados usando um tamanho de feixe de  $1 \times 0,3 \mu\text{m}^2$ . Os espectros de FRX foram obtidos nas condições experimentais usadas para recolher os espectros XANES: o detector foi um foto-díodo montado no plano horizontal perpendicular ao feixe de raios X, e utilizou-se o monocromador Si (111) assegurando uma resolução em energia na descontinuidade L3 de 0,4 eV. O ajuste das contribuições dos vários elementos foi feito com o programa PyMca (Solé et al, 2007).

A dificuldade de acesso ao equipamento obrigou a que as análises tenham sido efectuadas em dois locais distintos; inicialmente foram feitas as medições no sincrotrão de Berlim (uma amostra do retábulo-mor da igreja de Jesus, Aveiro) e mais tarde surgiu a oportunidade de seleccionar novas amostras para o sincrotrão de Grenoble (duas amostras do retábulo-mor da Sé do Porto).

**7.**

**RETÁBULOS SELECCIONADOS:  
CARACTERIZAÇÃO DA FOLHA DE OURO**





## 7. RETÁBULOS SELECCIONADOS: CARACTERIZAÇÃO DA FOLHA DE OURO.

### 7.1. Aveiro.

#### 7.1.1. Retábulo-mor da igreja de Jesus.

Foram recolhidas três amostras em zonas discretas mas representativas, sem alterações visíveis e em áreas de destacamento. Procuraram-se locais de difícil acesso, de forma a garantir amostras pouco alteradas pela presença de materiais estranhos tais como tintas, purpurinas, ceras ou vernizes (Figura 18). Foi tida em consideração a bibliografia consultada, nomeadamente quanto às intervenções sofridas ao longo dos tempos.

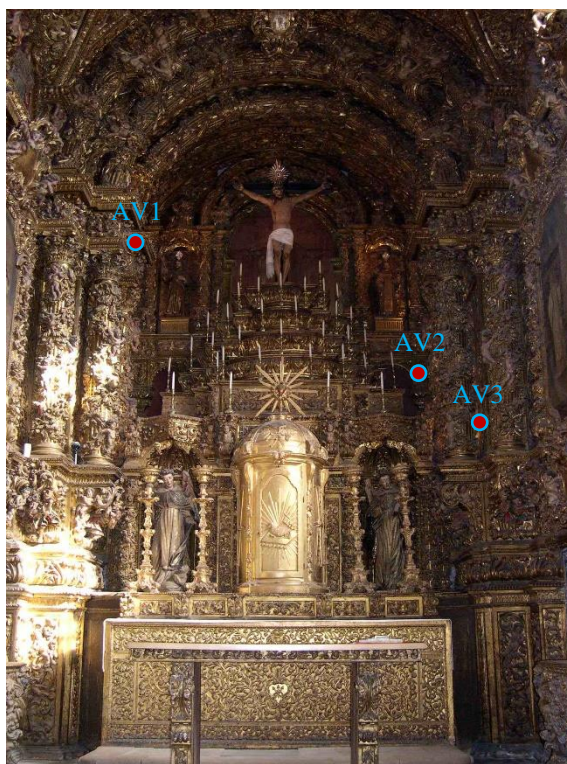
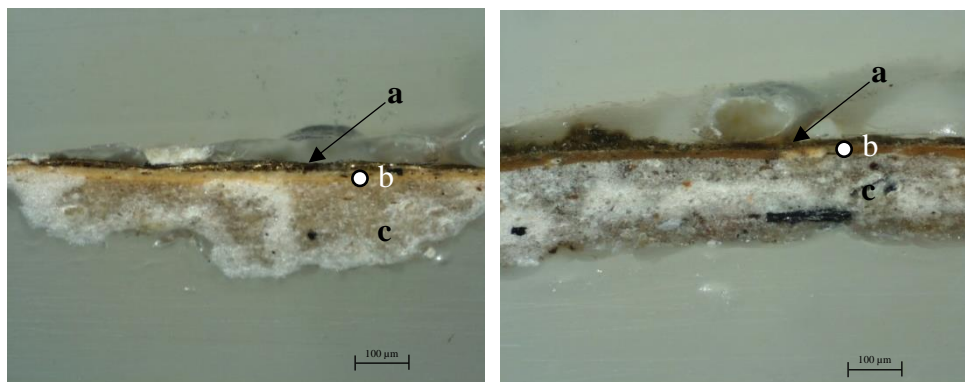


Figura 18. Retábulo-mor da igreja do convento de Jesus (Aveiro).

Zonas de recolha de amostras.

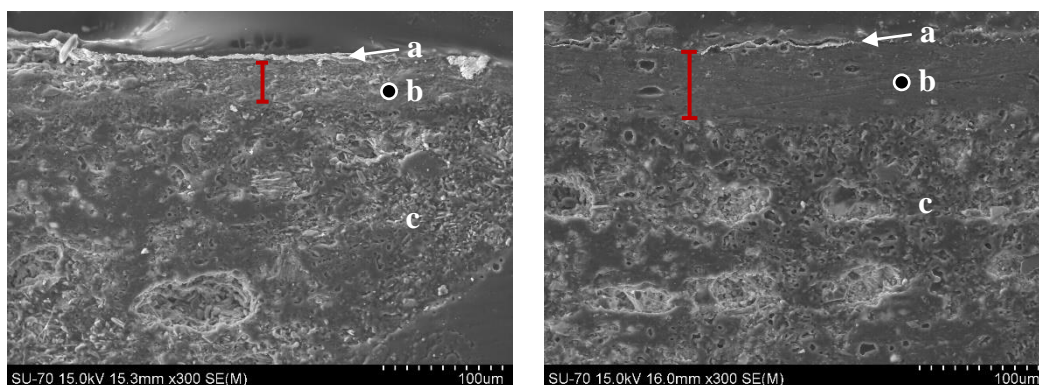
Os resultados obtidos por OM mostram que as amostras recolhidas no retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro), partilham diversas características morfológicas. A preparação tem uma cor branca com manchas acastanhadas e são visíveis diversos pontos de cor preta – mais evidentes na Amostra 2. O bolo, de cor laranja, é mais claro na Amostra 1. Foi efectuado um douramento a água onde as três camadas – ouro, bolo e preparação – são claramente visíveis

(Martínez, 1997) (Sandu, 2014a). Todas as camadas apresentam boa adesão e coesão e não são visíveis vestígios de redouramento (Figuras 19 e 20).



Figuras 19 e 20. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostras 1 e 2.  
Corte estratigráfico (100x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Ao analisar as estratigrafias por SEM, é possível observar que as camadas de preparação se encontram bem compactadas, sendo compostas por partículas de pequenas dimensões; regista-se a presença de diversos vazios. A camada de bolo da Amostra 1 apresenta um aspecto menos homogéneo e uma maior separação entre as partículas. Nas superfícies onde foram feitas as medições, o bolo varia entre 30 µm (Amostra 1) e 60 µm (Amostra 2) (Figuras 21 e 22). Através das imagens de OM e SEM não é possível definir com exactidão qual a espessura da folha de ouro pois durante a recolha ou o polimento, esta sofre fragmentação e esfoliação. Estas acções resultam numa aparente alteração da espessura devido ao enrolamento da folha (Figura 21) ou pela criação de partículas soltas e sobreposições de material.



Figuras 21 e 22. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostras 1 e 2.  
SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico.  
a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

A análise por EDS da preparação e do bolo revelou a presença de Al, Ca, Fe, S e Si (Figura 23). Quanto à folha de ouro, foi possível estabelecer paralelismos entre as amostras, tais como a presença de uma liga de Au/Ag/Cu muito idêntica - a sobreposição dos espectros de EDS revela uma elevada concordância de picos (Figura 24) - e a utilização de ouro de 22 quilates, com percentagens médias de Cu e Ag de 3,0 e 4,8 % (Tabela 12).

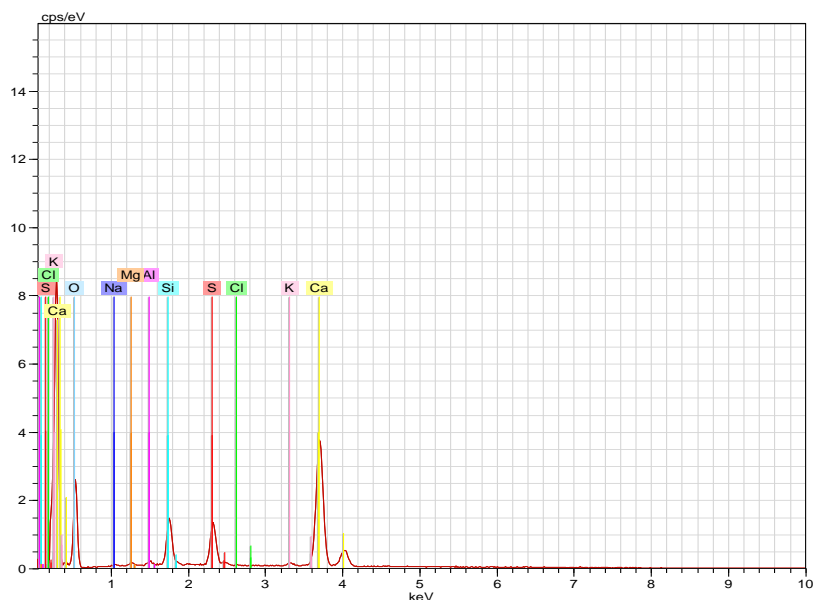


Figura 23. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro).

Amostra 1: espectro EDS da camada de preparação e bolo.

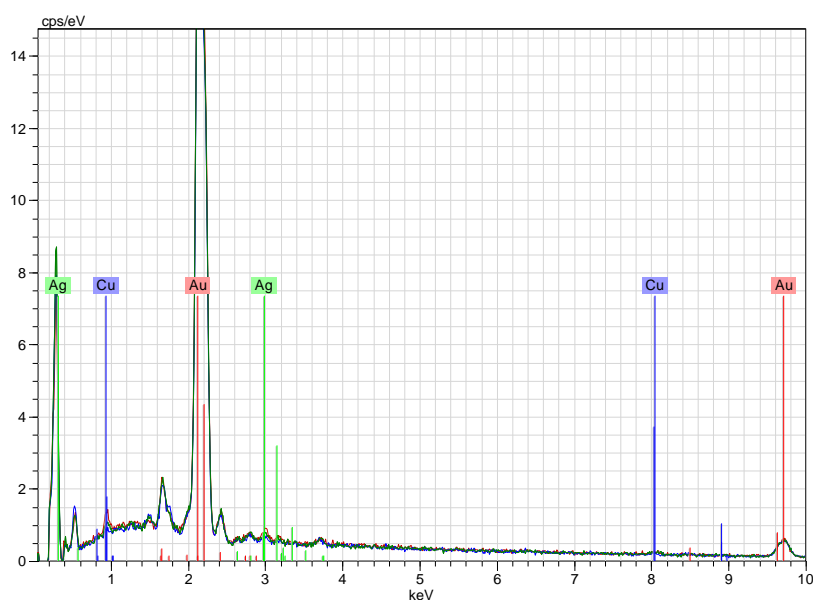


Figura 24. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro).

Amostras 1, 2 e 3: sobreposição do espectro EDS da folha de ouro.

Tabela 12. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostras 1, 2 e 3.

Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Amostra	Au %	Ag %	Cu %	Quilates
Amostra 1	92,11	4,74	3,15	22,11
Amostra 2	93,10	4,30	2,60	22,34
Amostra 3	91,50	5,25	3,25	21,96
Média	92,24	4,76	3,00	22,14
Desvio padrão	0,807	0,475	0,350	0,194

O mapeamento do corte estratigráfico permitiu observar a distribuição do Au, Ag e Cu na folha de ouro e os elementos maioritários do bolo (Al e Si) (Figura 25).

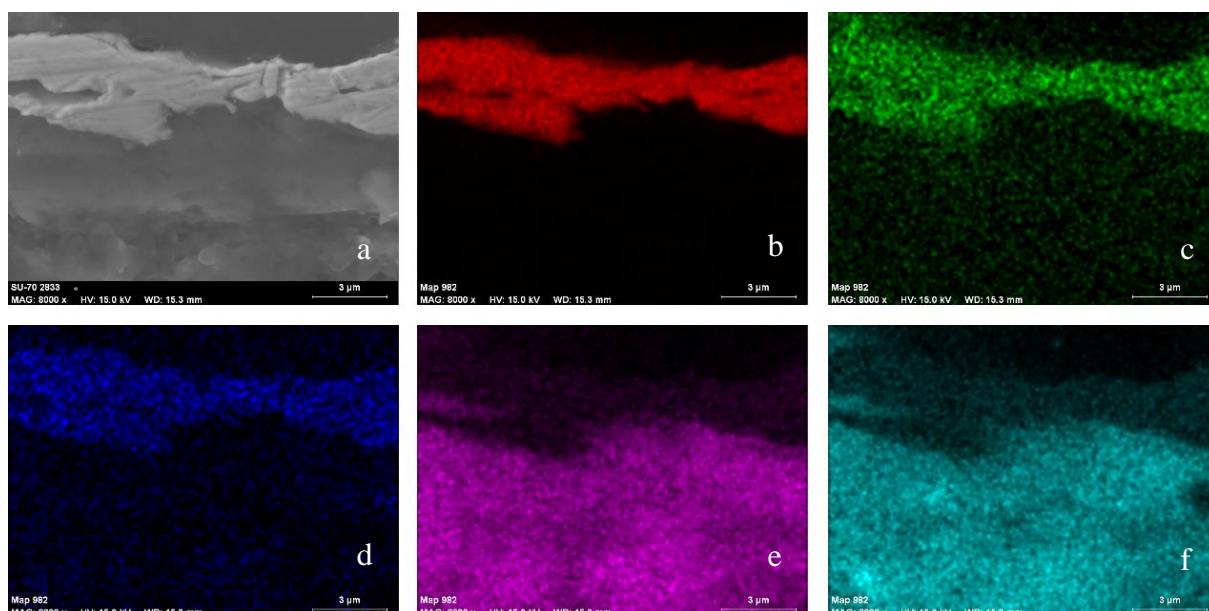


Figura 25. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro).

Amostra 1. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x).

a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Prata; d) Cobre; e) Alumínio; f) Silício.

Os resultados obtidos na Tabela 13 correspondem à análise por ICP-MS, onde se expressam os resultados obtidos para os diferentes elementos, tais como a concentração (ppb), percentagem na amostra, limite de detecção (DL) e relação entre a concentração e o limite de detecção (ppb/DL).

Tabela 13. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). ICP-MS: análise elementar (ppb) e limites de detecção (DL). Valores médios obtidos para três leituras por amostra.

Elemento	ppb	% na amostra	% na amostra (sem Au)	DL	ppb/DL
Ag	213,63	3,28	10,65	0,05	4.272,60
Au	4.505,07	69,19	---	0,05	90.101,40
Cr	---	---	---	5,0	---
Cu	103,97	1,60	5,18	0,5	207,94
Fe	1.546,80	23,76	77,11	50	30,94
Ga	---	---	---	0,5	---
Hg	34,93	0,54	1,74	5,0	6,99
Ir	---	---	---	0,01	---
Pb	68,45	1,05	3,41	5,0	13,69
Pd	0,52	0,01	0,03	0,5	1,04
Pt	0,16	0,002	0,01	0,05	3,20
Ru	---	---	---	0,05	---
Sn	1,19	0,02	0,06	1,0	1,19
Ti	10,58	0,16	0,53	0,25	42,32
Zn	25,85	0,40	1,29	10	2,59

Para além dos elementos já identificados por SEM-EDS, tais como o Au, a Ag, o Cu e o Fe, foi detectada a presença de Hg, Pb, Pd, Pt, Sn, Ti e Zn, alguns dos quais em concentrações inferiores a 1,20 ppb, como o Pd (0,52 ppb), a Pt (0,16 ppb) e o Sn (1,19 ppb), sendo que o Pd e o Sn apresentam valores muito próximos dos limites de detecção. Regista-se a presença de uma elevada percentagem de Fe (23,76 %) - já detectado por SEM-EDS – apenas superada pelo Au (69,19 %); segue-se a Ag e o Cu, com percentagens na amostra de 3,28 e 1,60 % e o Hg, Zn e Ti com percentagens de 0,54, 0,40 e 0,16 %.

A relação Au/Ag/Cu, obtida por ICP-MS, apresenta valores muito idênticos aos resultados obtidos por SEM-EDS, registando-se percentagens médias de Ag e Cu, de 4,43 e 2,16 %. Confirma-se a utilização de ouro de 22 quilates (Tabela 14).



Tabela 14. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro).

Folha de ouro: resultados obtidos por SEM-EDS e ICP-MS.

	Au %	Ag %	Cu %	Quilates
SEM-EDS	92,24	4,76	3,00	22,14
ICP-MS	93,41	4,43	2,16	22,42

A aplicação de SR- $\mu$ XRF permitiu identificar os elementos maioritários da folha de ouro (Au e Cu) e os elementos presentes no bolo e camada de preparação (Fe e Ca) (Figura 26).

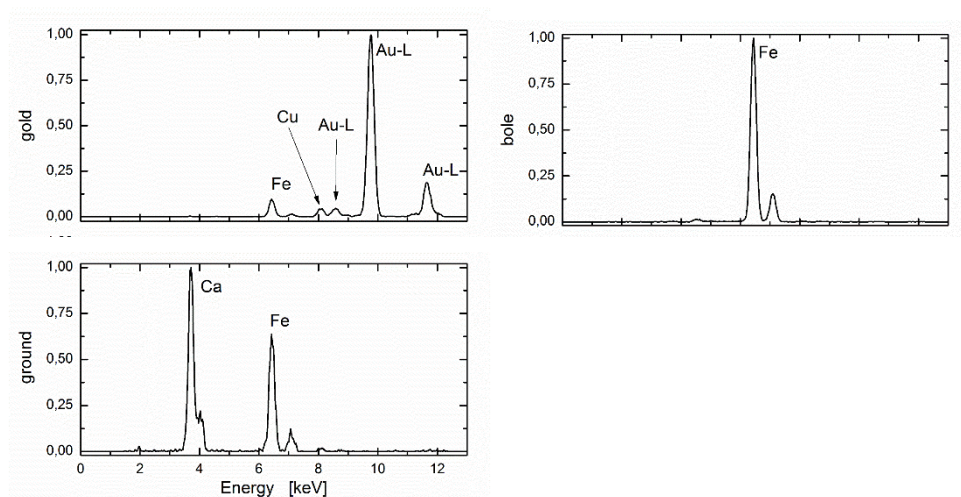


Figura 26. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro).

Amostra 1. Espectro SR- $\mu$ XRF da folha de ouro, bolo e preparação – elementos maioritários.

Os resultados do varrimento da amostra encontram-se na Figura 27 onde os perfis dos principais elementos são traçados, estando definidos os limites das camadas; a folha de ouro, neste ponto específico da amostra, tem uma espessura de 2  $\mu$ m e o bolo (caracterizado pelo Fe), uma espessura de 50  $\mu$ m.

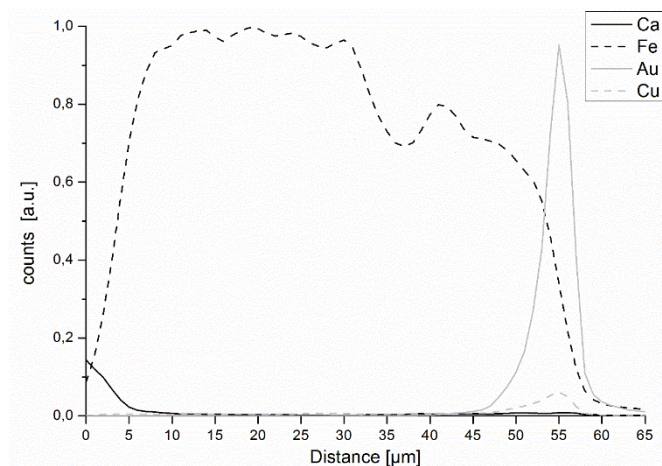


Figura 27. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostra 1.

SR- $\mu$ XRF. Varrimento linear das camadas com uma resolução de 1  $\mu\text{m}$ : camada de preparação (Ca), bolo (Fe) e folha de ouro (Au).

De forma a ser possível uma caracterização mais precisa da folha foi efectuado um conjunto de 11 linhas de varrimento equidistantes 50  $\mu\text{m}$ , para um total de 500  $\mu\text{m}$  (Figura 28), que confirmou os resultados obtidos por SEM-EDS e mostrou que a folha tem uma espessura de 2  $\mu\text{m}$ .

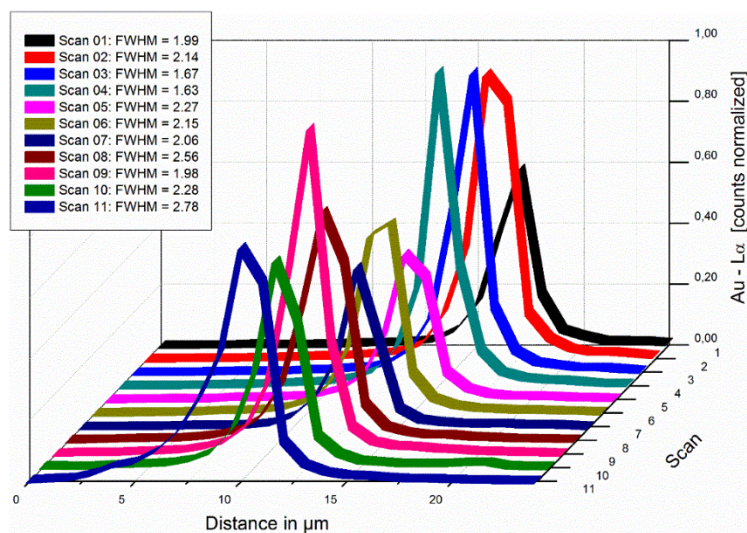


Figura 28. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostra 1.

SR- $\mu$ XRF. Varrimento linear da folha de ouro com uma resolução de 1  $\mu\text{m}$  e espaçamento de 50  $\mu\text{m}$ .

Utilizando uma energia de excitação superior – 30 keV – foi possível a detecção de outros elementos presentes na amostra, tais como a Ag e o Sn (Figura 29). A presença de Zr é uma

contribuição do colimador e o Pb é resultante tanto do colimador como da amostra – como se verificou nos resultados obtidos por ICP-MS.

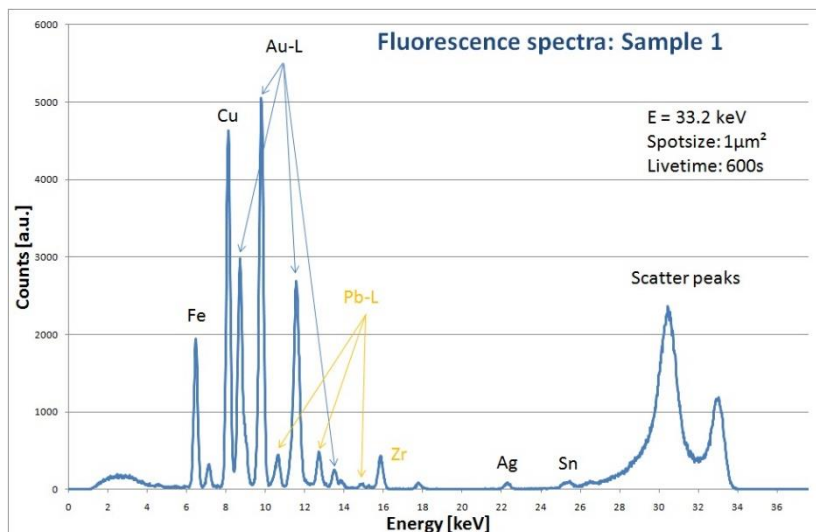


Figura 29. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro).

Amostra 1. Espectro SR-μXRF.



## 7.2. Porto.

### 7.2.1. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória.

A recolha de amostras no retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Figura 30) teve como factor condicionante a bibliografia consultada. As referências aos trabalhos executados em 1719, pelo entalhador Gabriel Rodrigues, onde se descreve que este poderia aproveitar as colunas para o novo retábulo (Brandão, 1985: 484-485), excluiu a recolha de amostras nestas peças. Não existem referências sobre qual a intervenção sofrida por estes elementos, podendo ter sido eliminado, ou aproveitado total ou parcialmente o aparelho original – o que levaria à presença de elementos diferentes do restante retábulo.

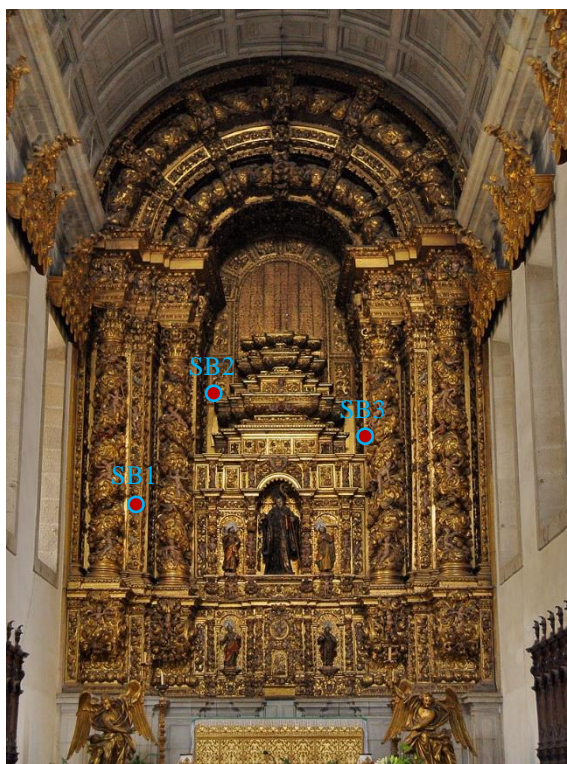
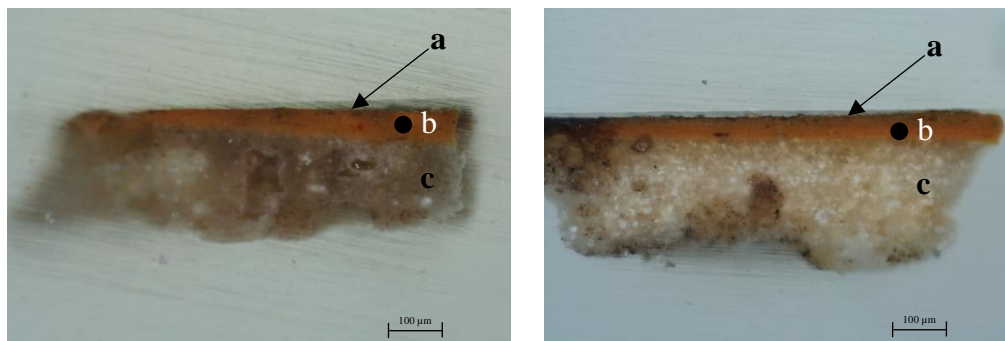


Figura 30. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória.

Zonas de recolha de amostras.

A estratigrafia das amostras recolhidas no retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória apresenta características físicas semelhantes tais como o número de camadas – ouro, bolo e preparação -, cor, espessura da camada de bolo, uniformidade, e adesão e coesão entre as camadas, não sendo possível distinguir o número de aplicações de bolo e preparação. Não são visíveis vestígios de redouramento (Figuras 31 e 32). A preparação apresenta uma cor branca acastanhada – mais evidente na Amostra 1 -, com pontuações de um branco mais

brilhante. O bolo tem um aspecto compacto e homogéneo, e cor laranja. São visíveis pequenas pontuações de cor preta e vermelha.



Figuras 31 e 32. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). Amostras 1 e 2.  
Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

A análise do corte por microscopia electrónica permite observar as camadas de bolo e preparação. O bolo (a vermelho) possui uma espessura variável entre 90 e 150  $\mu\text{m}$  e é composto por partículas uniformes e de reduzida dimensão, envolvidas numa matriz homogénea. Na camada de preparação, igualmente composta por partículas uniformes e de pequena dimensão, são visíveis diversos vazios (Figura 33).

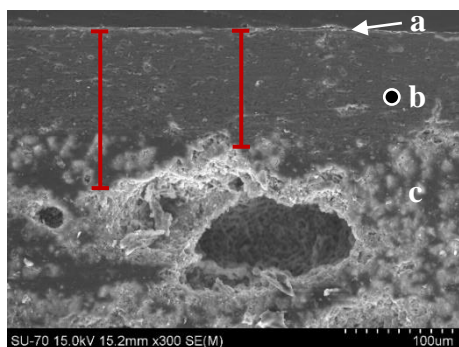
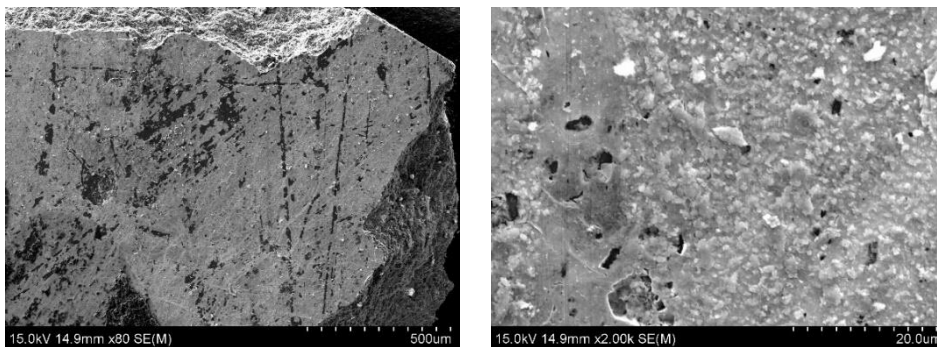


Figura 33. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). Amostra 1.  
SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico.  
a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

A imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra permite identificar a presença de lacunas e desgaste na folha de ouro, sendo visíveis as camadas de bolo e em algumas áreas, a preparação (Figura 34). Uma observação mais aproximada (2000x) torna perceptível a elevada acumulação de materiais estranhos na superfície metálica (Figura 35).



Figuras 34 e 35. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). Amostra 1.  
SEM-EDS (80x e 2000x): Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra.

Através das imagens de SEM e do mapeamento da superfície, é possível distinguir linhas de cor mais clara que correspondem a zonas mais densas e de maior concentração elementar do Au (Figuras 36a e 36b). Estas linhas têm a sua origem no enrugamento da folha metálica; durante a aplicação, devido à reduzida espessura da folha, esta não assenta de forma perfeitamente plana, causando ligeiras sobreposições. As áreas escuras são zonas de lacuna, onde é visível o bolo, com composição elementar maioritária de Al e Si (Figuras 36c e 36d).

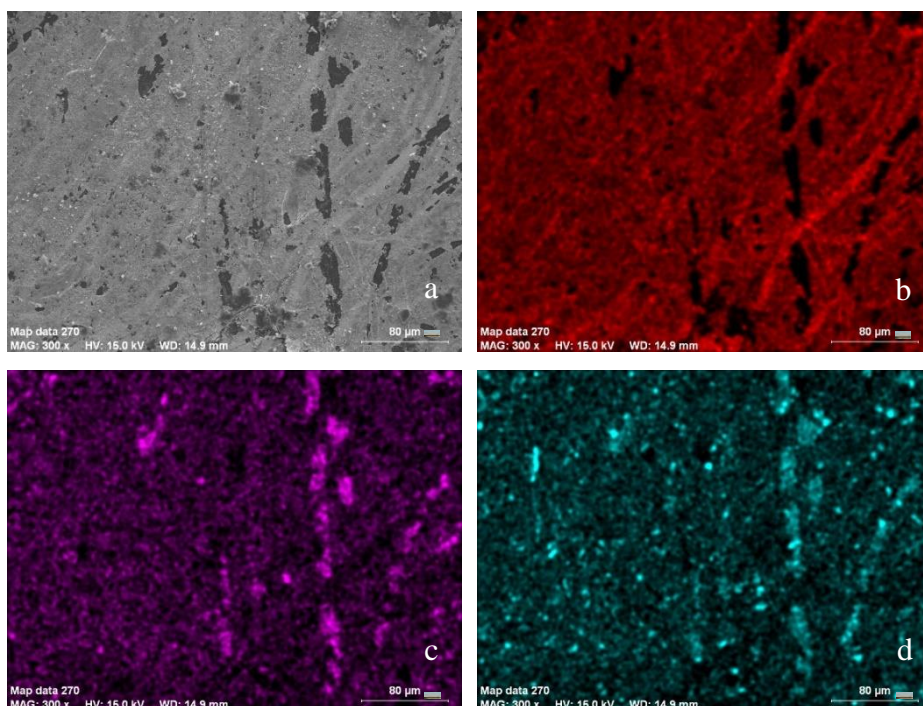


Figura 36. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). Amostra 1.  
Mapeamento da superfície por SEM-EDS (300x).  
a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Alumínio e d) Silício.

A análise qualitativa e semi-quantitativa, da preparação e do bolo detectou os seguintes elementos: Al, Ca, Fe, Mg, S e Si (Figura 37).

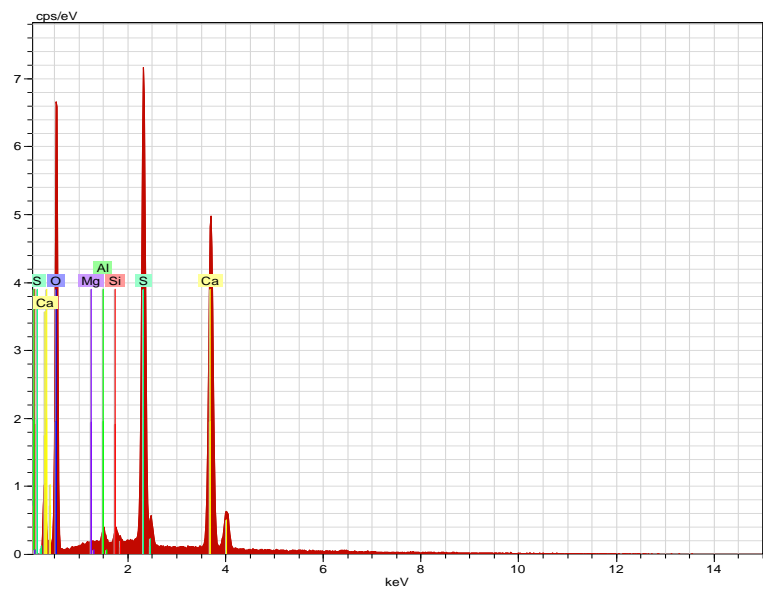


Figura 37. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto).

Amostra 1: espectro EDS da camada de preparação e bolo.

Identificou-se uma liga ternária de Au, Ag e Cu, de 22 quilates, com uma percentagem média de Ag de 2,11 % e de 4,78 % de Cu (Tabela 15). A sobreposição dos espectros obtidos nas leituras efectuadas na folha de ouro de diferentes amostras, revela uma elevada homogeneidade de composição (Figura 38).

Tabela 15. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). Folha de ouro.

Elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Amostra	Au %	Ag %	Cu %	Quilates
Amostra 1	94,21	1,54	4,25	22,61
Amostra 2	92,18	2,50	5,32	22,12
Amostra 3	92,95	2,28	4,77	22,31
Média	93,11	2,11	4,78	22,35
Desvio padrão	1,024	0,501	0,535	0,246



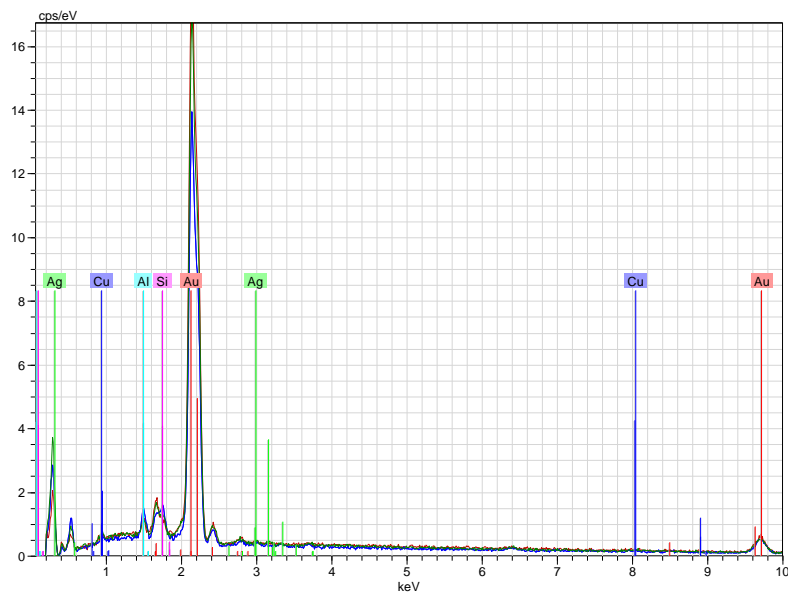


Figura 38. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto).

Amostras 1, 2 e 3: sobreposição do espectro EDS da folha de ouro.

A presença de Al e Si é uma contribuição da camada de bolo, como se confirma no mapeamento efectuado ao longo do corte estratigráfico (Figura 39).

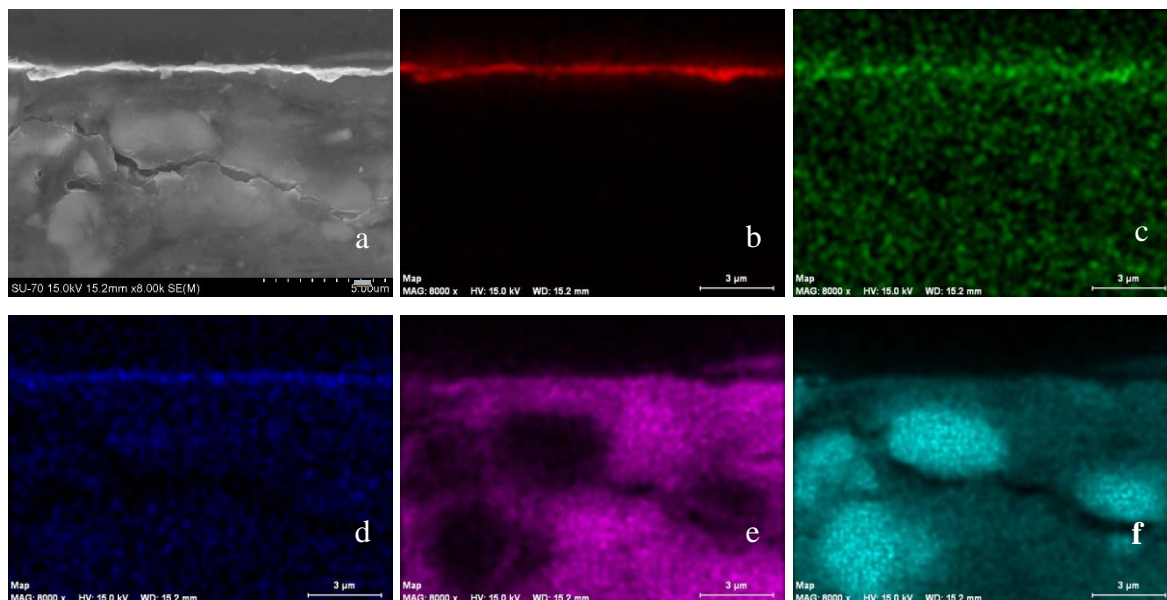


Figura 39. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto).

Amostra 1. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x).

a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Prata; d) Cobre; e) Alumínio; f) Silício.

O reconhecimento dos elementos maioritários, traço e ultra-traço foi efectuado recorrendo à utilização de ICP-MS (Tabela 16). Os resultados obtidos revelaram a presença de Ag, Au, Cu, Fe e Ti, já identificados por SEM-EDS, e de Cr, Ga, Hg, Pb, Pd, Pt, Sn e Zn. Alguns destes elementos encontram-se em percentagens muito reduzidas nas amostras, tais como a Ag (0,93 %), o Cr (0,05 %), o Ga (0,01 %), o Pd (0,05 %), a Pt (0,002 %), o Sn (0,01 %) e o Zn (0,17 %). Destes elementos o Cr e o Sn apresentam valores muito próximos dos limites de detecção, com concentrações de 7,02 e 1,15 ppb, para limites de 5,00 e 1,00 ppb, respectivamente.

Tabela 16. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). ICP-MS: análise elementar (ppb) e limites de detecção (DL). Valores médios obtidos para três leituras por amostra.

Elemento	ppb	% na amostra	% na amostra (sem Au)	DL	ppb/DL
Ag	131,80	0,93	1,68	0,05	2636,00
Au	6.360,00	44,79	---	0,05	127.202,28
Cr	7,02	0,05	0,09	5,0	1,40
Cu	177,88	1,25	2,27	0,5	355,76
Fe	6.995,30	49,27	89,24	50	139,91
Ga	1,36	0,01	0,02	0,5	2,72
Hg	172,96	1,22	2,21	5,0	34,59
Ir	---	---	---	0,01	---
Pb	277,58	1,95	3,54	5,0	55,52
Pd	7,65	0,05	0,10	0,5	15,30
Pt	0,25	0,002	0,003	0,05	4,90
Ru	---	---	---	0,05	---
Sn	1,15	0,01	0,01	1,0	1,15
Ti	42,01	0,30	0,54	0,25	168,06
Zn	23,48	0,17	0,30	10	2,35

Comparando os resultados obtidos por ICP-MS e SEM-EDS, regista-se uma variação de aproximadamente 2,0 % no Au que se reflecte numa diferença de 0,5 quilates. O Cu apresenta uma variação semelhante de 2,0 %, sendo superior a percentagem nos resultados obtidos por EDS (Tabela 17).

Tabela 17. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto).

Folha de ouro: resultados obtidos por SEM-EDS e ICP-MS.

	Au %	Ag %	Cu %	Quilates
SEM-EDS	93,11	2,11	4,78	22,35
ICP-MS	95,36	1,98	2,67	22,89

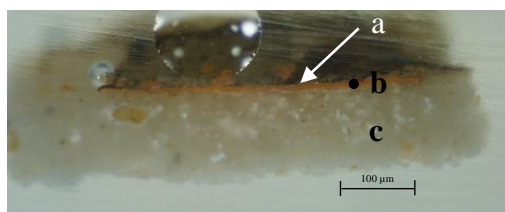
### 7.2.2. Retábulo-mor da Sé do Porto.



Figura 40. Retábulo-mor da Sé do Porto.

Zonas de recolha de amostras.

A observação dos cortes estratigráficos das amostras do retábulo-mor da Sé do Porto mostram uma camada de preparação de cor branca, onde se identificam algumas partículas de maiores dimensões, envolvidas numa matriz homogénea. Sob a folha de ouro, o bolo apresenta um aspecto compacto e uniforme, e cor laranja. Não são visíveis vestígios de redouramento (Figuras 41 e 42).



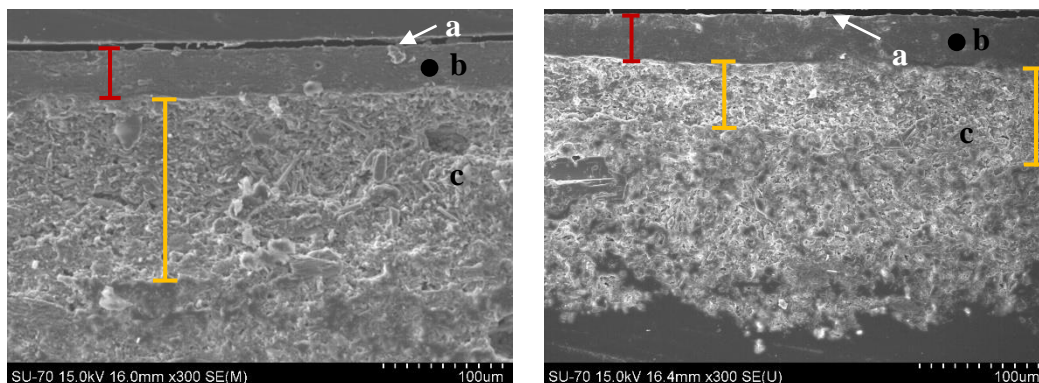
Figuras 41 e 42. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostras 1 e 2.

Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Quando observada por microscopia electrónica (SEM) verifica-se que a preparação tem poucas áreas de vazios, sendo composta por partículas finas, de pequenas dimensões e



aspecto homogéneo, particularmente a Amostra 2. Em ambas as amostras é possível distinguir entre dois estratos de preparação; assinala-se a amarelo o estrato superior, que apresenta uma espessura de 140  $\mu\text{m}$  na Amostra 1 e varia entre 60 e 80  $\mu\text{m}$  na Amostra 2. O bolo – a vermelho - tem uma espessura aproximada de 40  $\mu\text{m}$  nas duas amostras e uma aparência compacta e homogénea (Figuras 43 e 44).

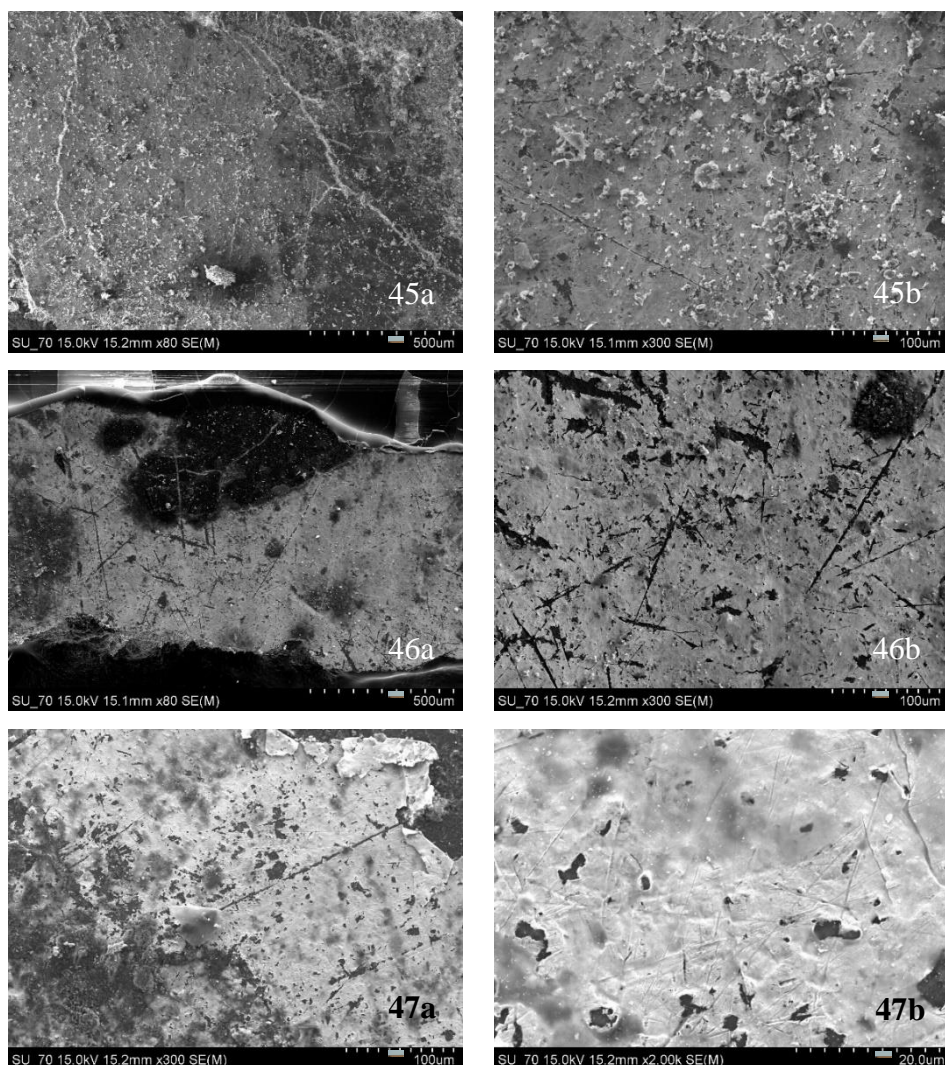


Figuras 43 e 44. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostras 1 e 2.

SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico.

a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Neste caso e tal como nas amostras analisadas anteriormente, a superfície metálica encontra-se coberta por sujidade mais ou menos concretionada; no entanto, para além da sujidade é visível uma camada espessa e transparente de material resinoso. Esta camada impossibilita que em algumas áreas se consiga analisar a superfície de forma rigorosa. Ao observar-se a Amostra 1 (Figuras 45 a e 45 b) verifica-se a elevada acumulação de partículas; na Amostra 2 (Figuras 46 a e b) é perceptível a presença de uma película de material transparente (cera-resina). Utilizando uma maior ampliação (300x) e procurando uma zona limpa, identifica-se a folha metálica, onde se vêem lacunas e riscos. Nas Figuras 47 a e b (Amostra 3) também é visível alguma interferência da camada de cera que em alguns pontos apresenta destacamentos (enrolamento). Utilizando uma ampliação de 2000x nota-se, para além das lacunas, a geografia da superfície e a presença de marcas.



Figuras 45, 46 e 47. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostras 1, 2 e 3.

SEM-EDS (80x, 300x e 2000x): Imagem de electrões retrodifundidos da superfície das amostras.

O mapeamento da superfície confirma a existência de uma camada de bolo composta maioritariamente por Al e Si, que se encontra distribuída por toda a superfície sob a folha de ouro (Figura 48).

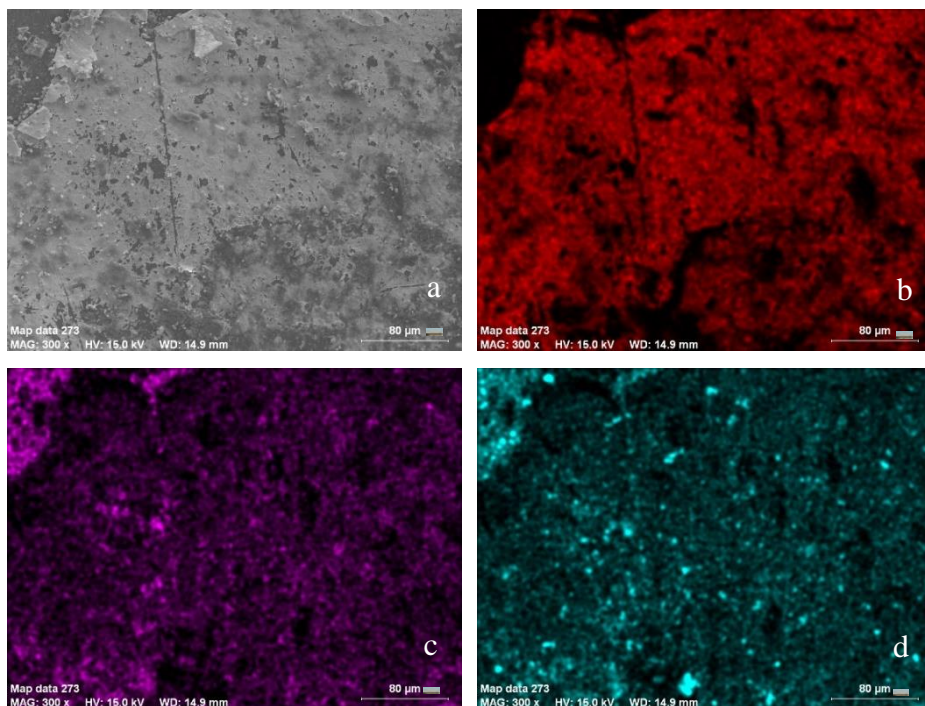


Figura 48. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostra 3.

Mapeamento da superfície por SEM-EDS (300x).

a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Alumínio; d) Silício.

Para além do Al e Si, identificou-se a presença de Fe, K e Mg na camada de bolo (Figura 49).

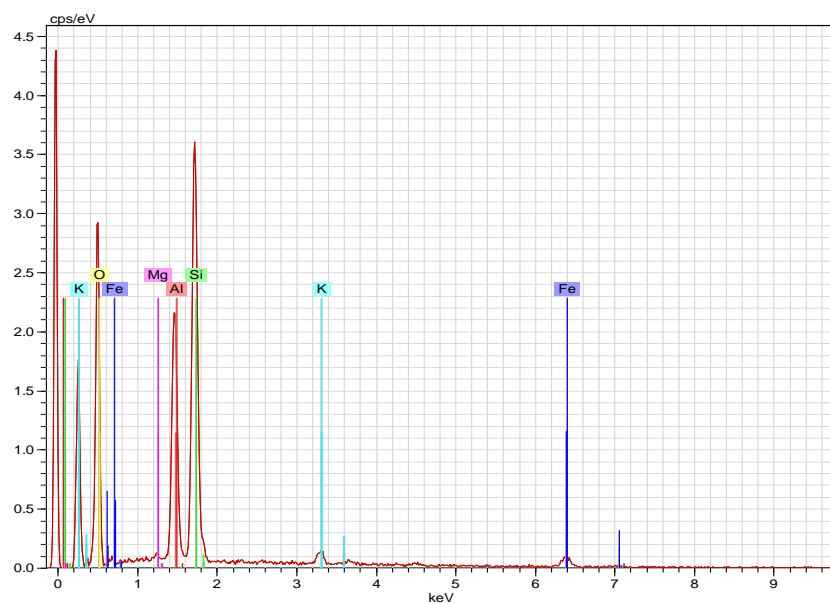


Figura 49. Retábulo-mor da Sé do Porto.

Amostra 1: espectro EDS da camada de bolo.

A folha de ouro é composta por uma liga de Au, Ag e Cu, com aproximadamente 22,5 quilates, onde a Ag varia entre 2,10 e 3,45 % e o Cu entre 2,78 e 4,65 %. O ouro apresenta uma percentagem máxima na Amostra 1, com 94,53 % e mínima na Amostra 3, com 91,91 % (Tabela 18). O espectro EDS registou ainda a presença de Al e Si, já identificados anteriormente aquando do mapeamento da superfície. A Figura 50 representa a sobreposição dos espectros obtidos nas aquisições efectuadas nas três amostras.

Tabela 18. Retábulo-mor da Sé do Porto. Folha de ouro.  
Elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Amostra	Au %	Ag %	Cu %	Quilates
Amostra 1	94,53	2,68	2,78	22,69
Amostra 2	94,46	2,10	3,44	22,67
Amostra 3	91,91	3,45	4,65	22,06
Média	93,63	2,74	3,62	22,47
Desvio padrão	1,497	0,675	0,946	0,359

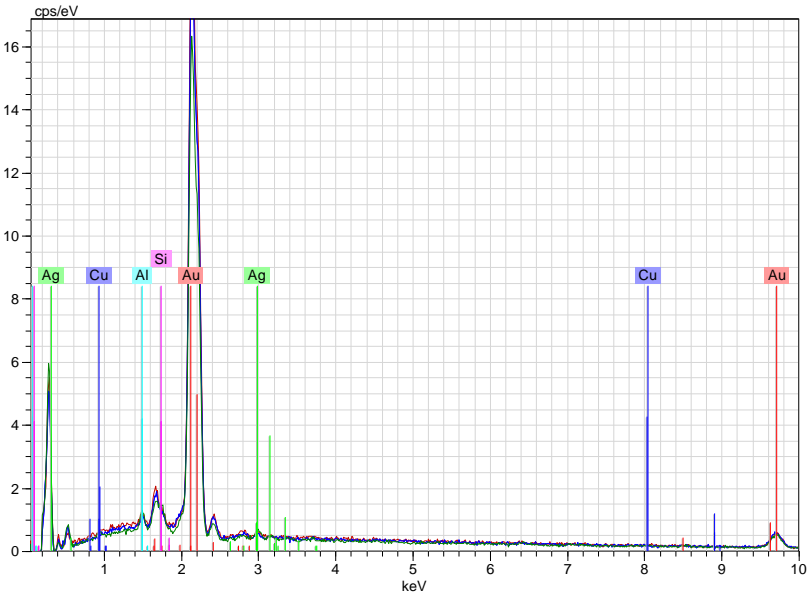


Figura 50. Retábulo-mor da Sé do Porto.  
Amostras 1, 2 e 3: sobreposição do espectro EDS da folha de ouro.

O mapeamento do corte estratigráfico mostra a distribuição dos elementos maioritários na folha de ouro e bolo (Figura 51).



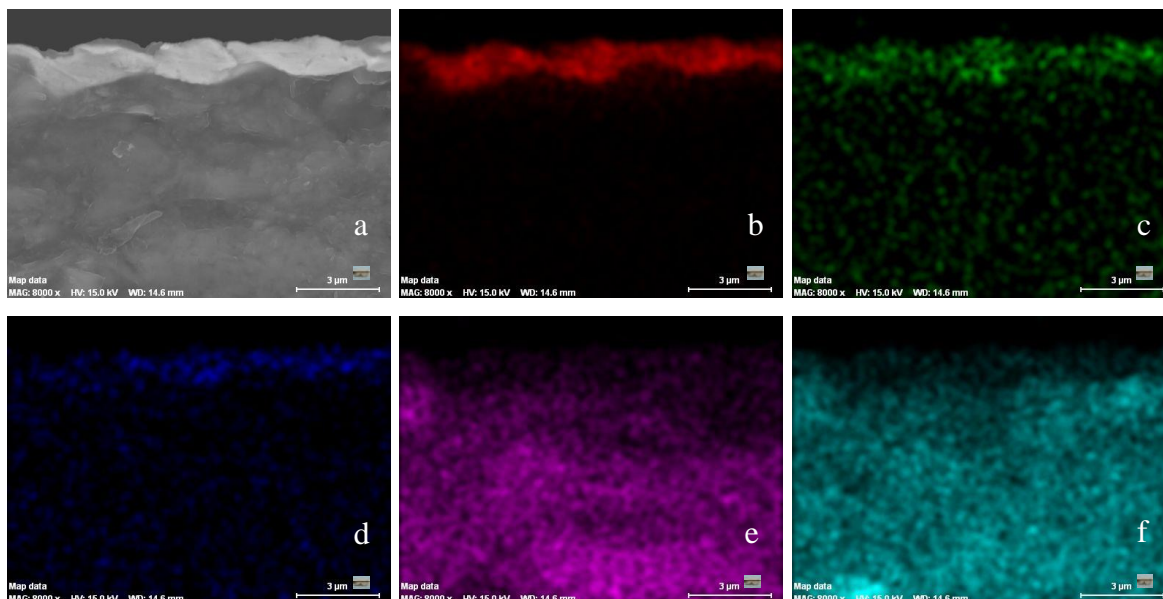


Figura 51. Retábulo-mor da Sé do Porto.

Amostra 1. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x).

a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Prata; d) Cobre; e) Alumínio; f) Silício.

Por ICP-MS identificaram-se os seguintes elementos: Au, Ag, Cu, Fe e Ti (já reconhecidos por SEM-EDS) e Ga, Hg, Pb, Pd, Pt, Sn e Zn. Destes o Au e o Fe representam 95 % do total; a Ag, o Cu e o Pb, com percentagens superiores a 1,0 %, totalizam 3,9 % e os restantes elementos 1,1 % - destes o Hg corresponde a 43,6 % do total, seguido do Ti e Zn, que somam 50,5 % (Tabela 19).

Tabela 19. Retábulo-mor da Sé do Porto. ICP-MS: análise elementar (ppb) e limites de detecção (DL). Valores médios obtidos para três leituras por amostra.

Elemento	ppb	% na amostra	% na amostra (sem Au)	DL	ppb/DL
Ag	126,66	1,77	3,66	0,05	2.533,20
Au	3.700,51	51,70	---	0,05	74.010,28
Cr	---	---	---	5,0	---
Cu	79,26	1,11	2,29	0,5	158,52
Fe	3.102,60	43,34	89,74	50	62,05
Ga	0,61	0,01	0,02	0,5	1,22
Hg	31,76	0,44	0,92	5,0	6,35

Ir	---	---	---	0,01	---
Pb	75,83	1,06	2,19	5,0	15,17
Pd	0,68	0,01	0,02	0,5	1,37
Pt	0,13	0,002	0,004	0,05	2,58
Ru	---	---	---	0,05	---
Sn	3,00	0,04	0,09	1,0	3,00
Ti	19,46	0,27	0,56	0,25	77,85
Zn	17,45	0,24	0,50	10	1,75

A comparação dos valores obtidos por SEM-EDS e ICP-MS, relativos às percentagens dos elementos da liga ternária Au/Ag/Cu e quilatagem, encontra-se na Tabela 20. Não se verificam diferenças significativas; a variação de 1,1 % do Au resulta em mais 0,5 quilates por ICP-MS, sendo a maior diferença a percentagem do Cu que varia entre 3,62 e 2,03 %.

Tabela 20. Retábulo-mor da Sé do Porto.

Folha de ouro: resultados obtidos por SEM-EDS e ICP-MS.

	Au %	Ag %	Cu %	Quilates
SEM-EDS	93,63	2,74	3,62	22,47
ICP-MS	94,73	3,24	2,03	22,73

A análise das Amostras 1 e 2 por SR- $\mu$ XRF indicou a presença de alguns dos elementos já identificados por SEM-EDS e ICP-MS: Au, Ag, Cu, Sn, Al, Si, S, K e Ca, contribuições da folha de ouro, do bolo e da camada de preparação. Identificou-se ainda Sb (Figura 52).

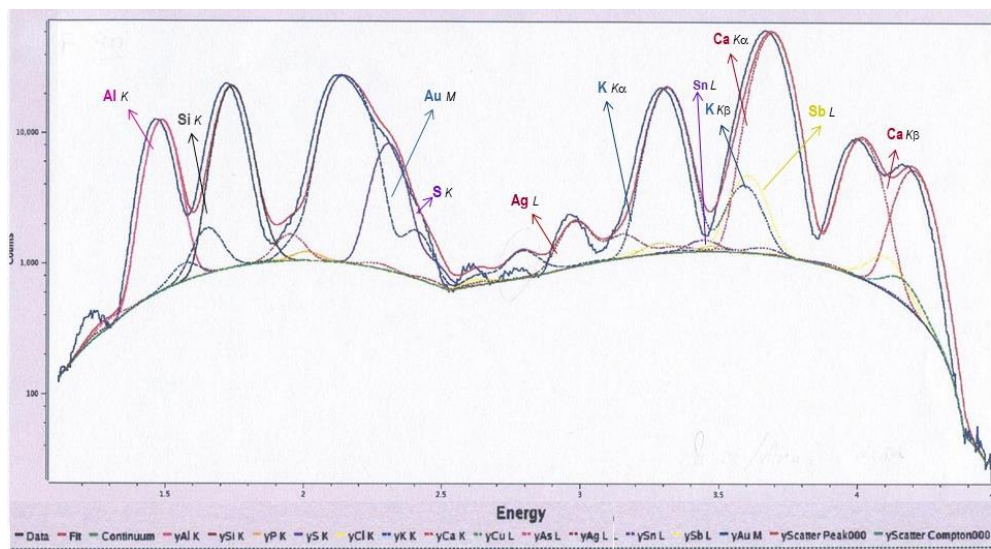


Figura 52. Retábulo-mor da Sé do Porto.

Amostra 2. Espectro SR-μXRF.

Irradiando um segundo ponto na mesma amostra verifica-se que os espectros obtidos são semelhantes, denotando homogeneidade do material (Figura 53).

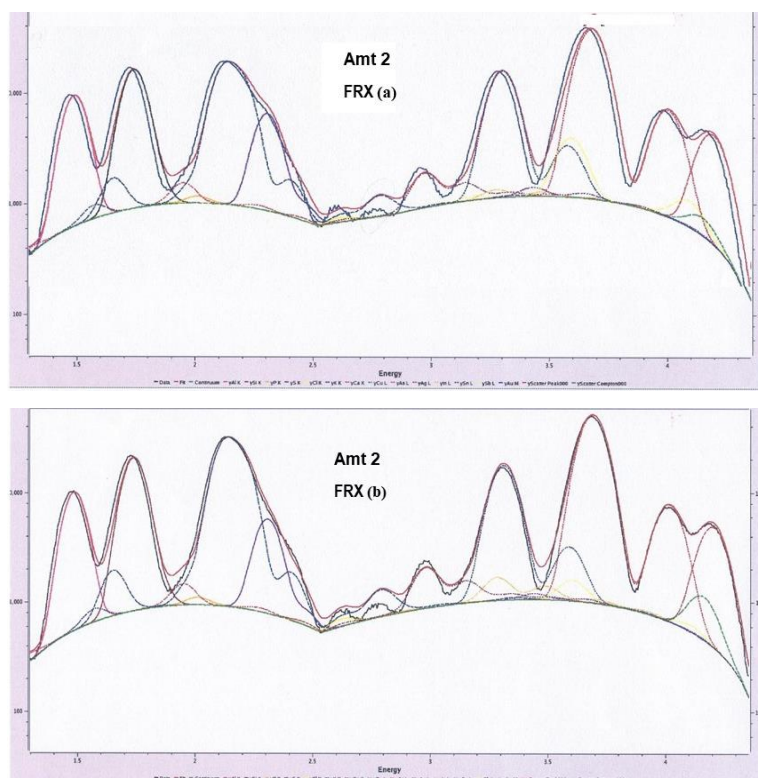


Figura 53. Retábulo-mor da Sé do Porto.

Amostra 2. Espectros SR-μXRF obtidos para dois pontos da mesma amostra.

A razão Au/Ag afigura-se semelhante nas duas amostras; a Amostra 1 contém mais Sn (Figura 54).

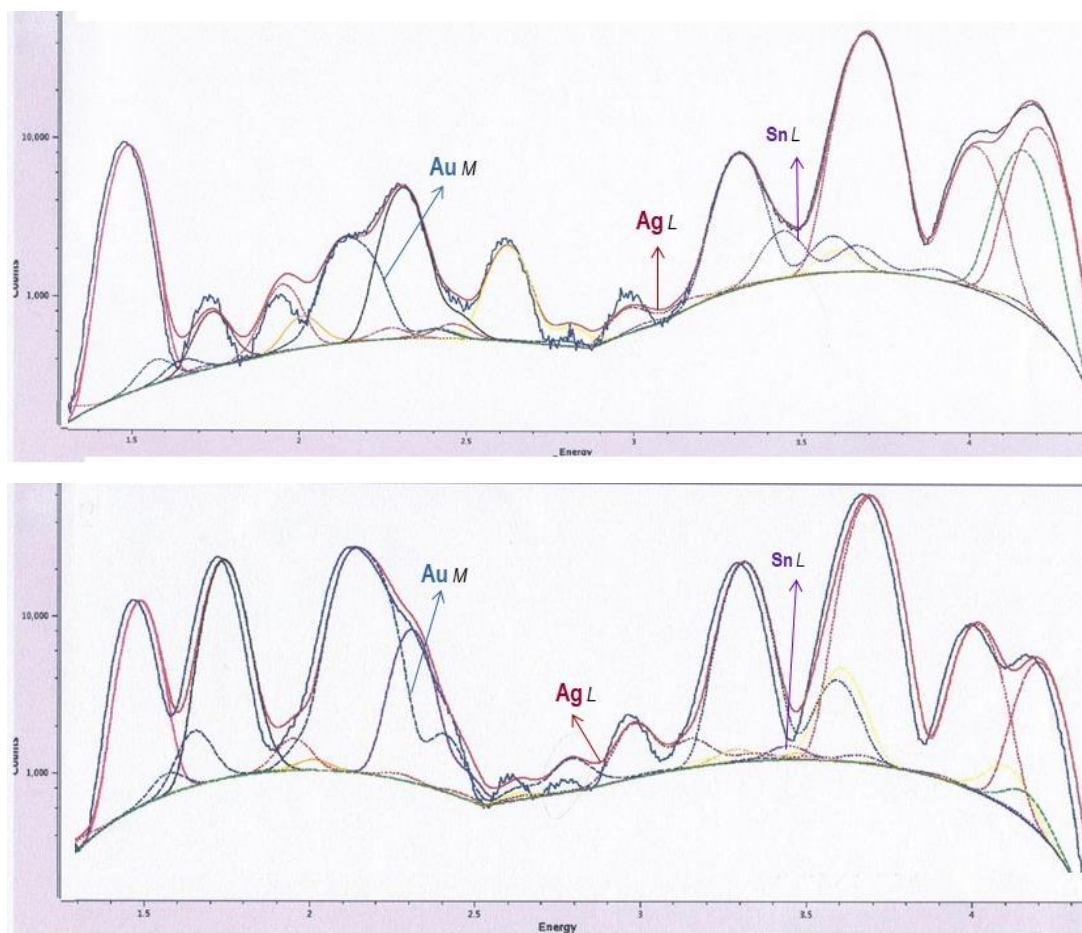


Figura 54. Retábulo-mor da Sé do Porto.

Amostras 1 e 2. Espectros SR-μXRF.



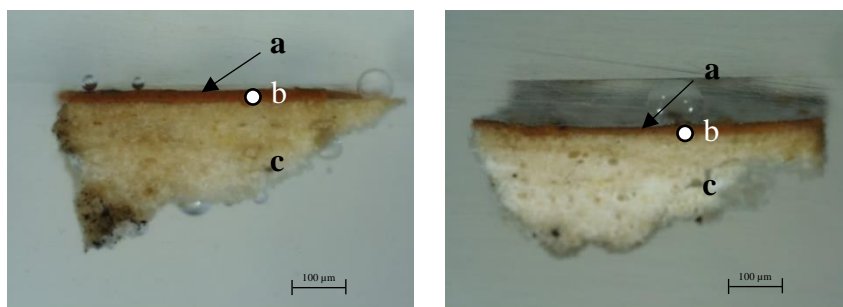
### 7.2.3. Retábulo-mor da igreja de São Francisco.



Figura 55. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto).

Zonas de recolha de amostras.

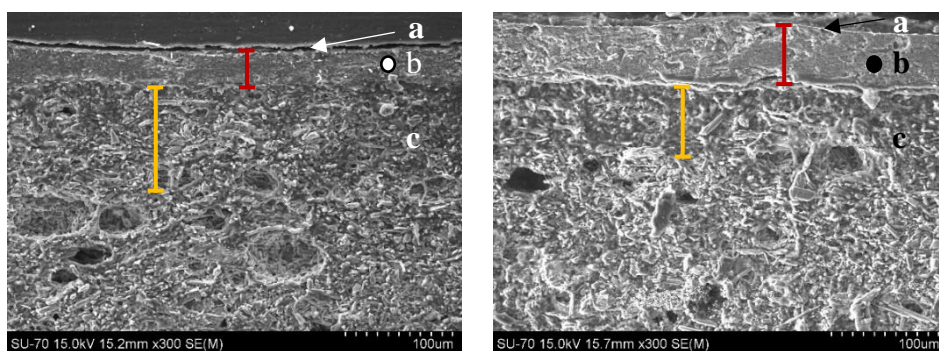
A observação dos cortes estratigráficos das amostras recolhidas no retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto) permite identificar a presença de três camadas – ouro, bolo e preparação. Não sendo possível distinguir o número de aplicações em cada camada, as variações de cor na preparação, visíveis por OM, poderão ser um indicador da presença de uma camada mais grosseira (mais clara) de *gesso grosso* e outra mais fina (mais amarela), de *gesso sottile* (Figuras 56 e 57).



Figuras 56 e 57. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto). Amostras 1 e 2.

Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

A observação por SEM confirma a presença destes dois estratos – assinalados a amarelo nas Figuras 58 e 59 – com espessuras de 100 e 60  $\mu\text{m}$ . Nestas imagens é possível observar a dimensão das partículas, a sua forma, orientação e agregação, assim como a presença de vazios. Na área superior da preparação identificam-se partículas de menor dimensão, mais arredondadas e envolvidas numa matriz homogénea. Na zona inferior as partículas assumem uma geometria mais angulosa, com diversos agregados e vazios. A espessura da camada de bolo (a vermelho) é de aproximadamente 35  $\mu\text{m}$  na Amostra 1 e 55  $\mu\text{m}$  na Amostra 2. Não são visíveis vestígios de redouramento.

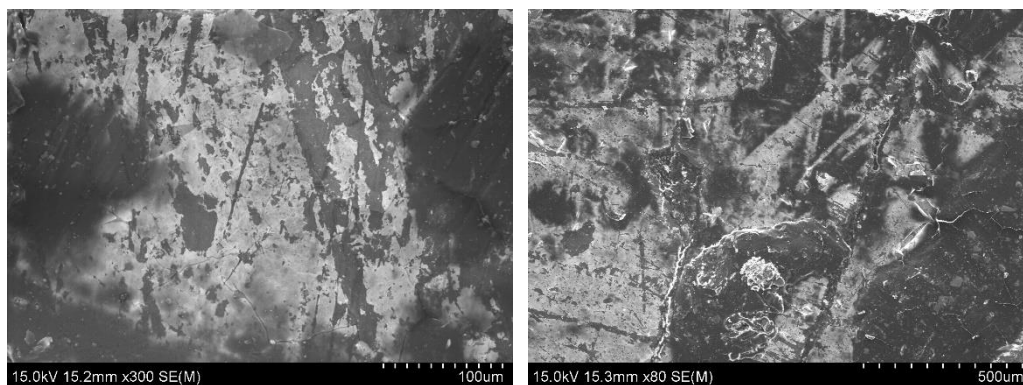


Figuras 58 e 59. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto). Amostras 1 e 2.

SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico.

a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

A imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra permite identificar a presença de lacunas, o desgaste da folha de ouro e o bolo (Figura 60). As manchas de cor escura nas margens da imagem correspondem à acumulação de uma camada de acabamento - provavelmente cera-resina - na superfície, o que impede a correcta observação da amostra. Este aspecto é mais perceptível na Figura 61, onde a superfície se encontra totalmente coberta, sendo visível a folha de ouro e o bolo à transparência. Esta película apresenta uma rede de estalados que em alguns pontos se encontra destacada. Observam-se partículas de sujidade sob e sobre a película.



Figuras 60 e 61. Retábulo-mor da igreja de São Bento Francisco (Porto). Amostra 1.

SEM-EDS (300x e 80x): Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra.

A análise qualitativa e semi-quantitativa, da preparação e do bolo, detectou os seguintes elementos: Al, Ca, S e Si (Figura 62). Identificou-se uma liga ternária de Au, Ag e Cu, de aproximadamente 22 quilates, com uma percentagem média de Ag de 4,45 % e de 4,31 % de Cu (Tabela 21).

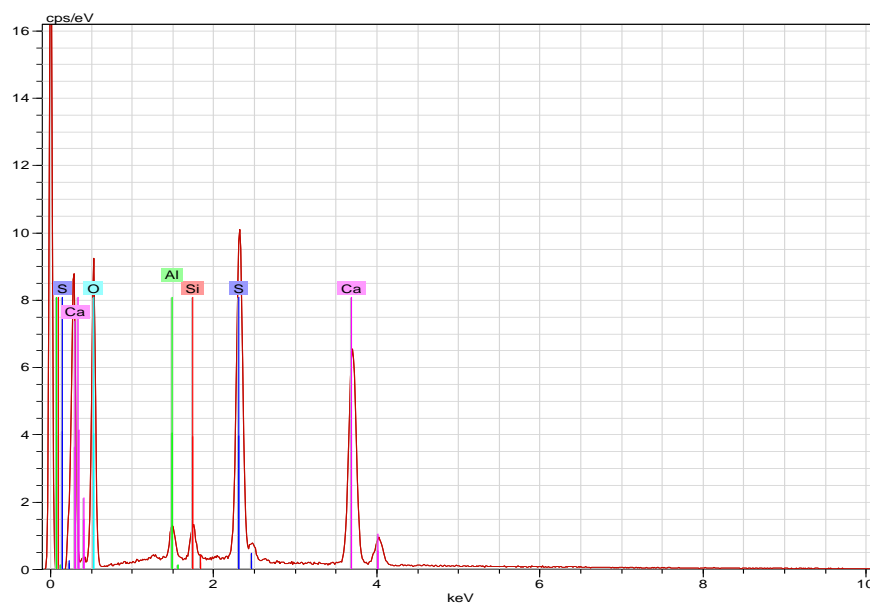


Figura 62. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto).

Amostra 1: espectro EDS da camada de preparação e bolo.

Tabela 21. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto).

Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Amostra	Au %	Ag %	Cu %	Quilates
Amostra 1	91,31	4,68	4,01	21,91
Amostra 2	90,74	4,14	5,12	21,78
Amostra 3	91,67	4,53	3,80	22,00
Média	91,24	4,45	4,31	21,90
Desvio padrão	0,467	0,282	0,710	0,112

A sobreposição dos espectros obtidos por SEM-EDS da folha de ouro das três amostras apresenta características muito semelhantes, registando-se um pico de Au ligeiramente mais intenso na Amostra 3 (a vermelho) (Figura 63). A presença de Al e Si são maioritariamente contribuições do bolo, visíveis no mapeamento do corte estratigráfico da Amostra 1 (Figura 64). Nestas imagens a distribuição do ouro na amostra encontra-se perfeitamente definida.

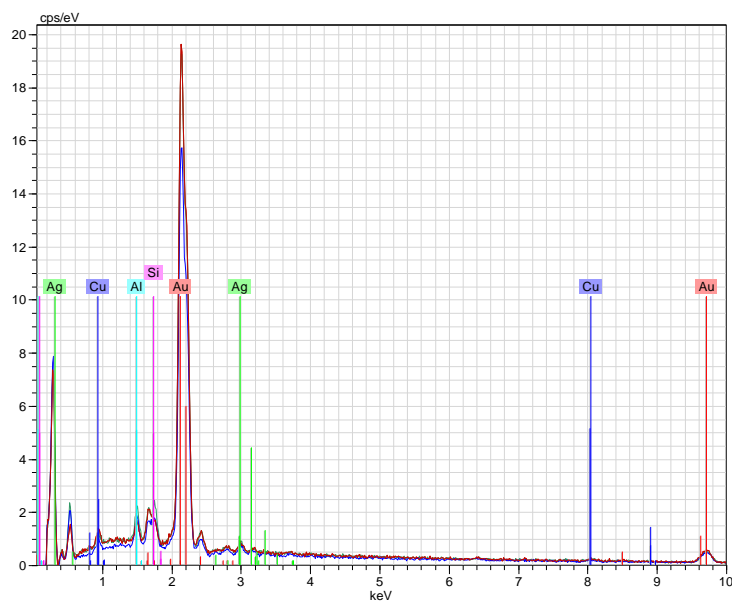


Figura 63. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto).

Amostras 1, 2 e 3: sobreposição do espectro EDS da folha de ouro.

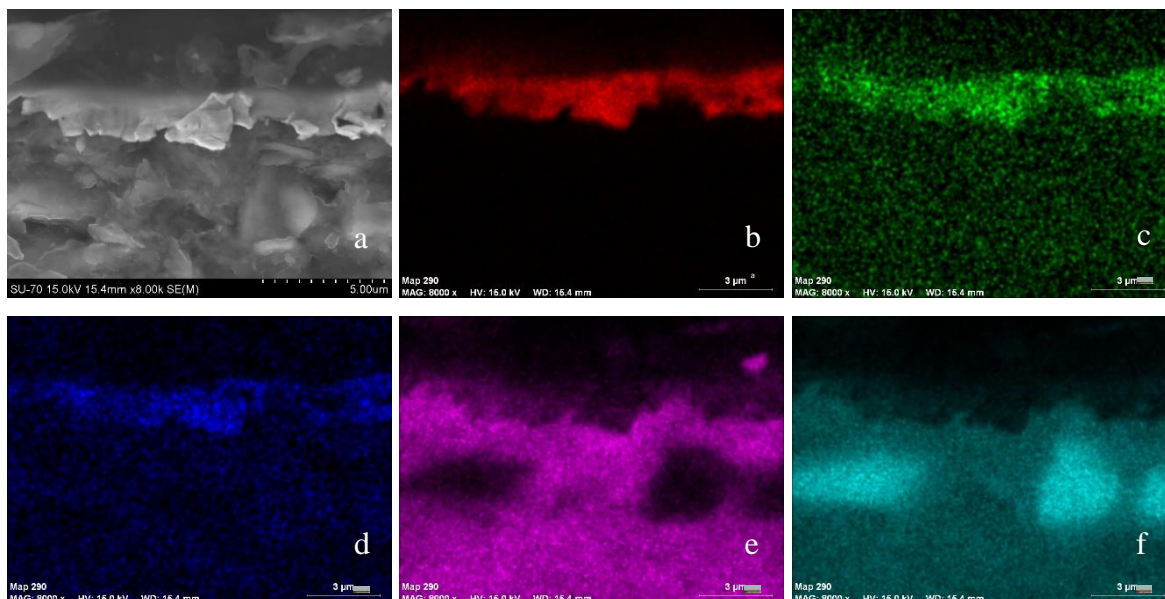


Figura 64. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto).

Amostra 1. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x).

a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Prata; d) Cobre; e) Alumínio; f) Silício.

Através de ICP-MS confirmou-se a presença de elementos detectados anteriormente, bem como de outros que por se encontrarem em concentrações abaixo dos limites de detecção do SEM-EDS não foi possível identificar. Destes destaca-se a presença de Hg, Pd, Pt e Sn, com percentagens inferiores a 1,0 % e concentrações muito próximas dos limites de detecção (Tabela 22).

Tabela 22. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto). ICP-MS: análise elementar (ppb) e limites de detecção (DL). Valores médios obtidos para três leituras por amostra.

Elemento	ppb	% na amostra	% na amostra (sem Au)	DL	ppb/DL
Ag	58,95	1,42	2,22	0,05	1.179,00
Au	1.504,82	36,19	---	0,05	30.096,36
Cr	---	---	---	5,0	---
Cu	44,35	1,07	1,67	0,5	88,70
Fe	2.021,20	48,61	76,18	50	40,42
Ga	---	---	---	0,5	---
Hg	6,98	0,17	0,26	5,0	1,40

Ir	---	---	---	0,01	---
Pb	150,68	3,62	5,68	5,0	30,14
Pd	1,13	0,03	0,04	0,5	2,27
Pt	0,15	0,004	0,01	0,05	3,02
Ru	---	---	---	0,05	---
Sn	1,04	0,03	0,04	1,0	1,04
Ti	10,33	0,25	0,39	0,25	41,34
Zn	358,51	8,62	13,51	10	35,85

Os resultados obtidos por ICP-MS e SEM-EDS reflectem uma variação de 2,3 % de Au, 0,8 % de Ag e 1,5 % de Cu, sendo superior a percentagem de Au identificada por ICP-MS e inferiores os restantes valores. Esta diferença resulta numa disparidade de 0,56 quilates (Tabela 23).

Tabela 23. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto).

Folha de ouro: resultados obtidos por SEM-EDS e ICP-MS.

	Au %	Ag %	Cu %	Quilates
SEM-EDS	91,24	4,45	4,31	21,90
ICP-MS	93,58	3,67	2,76	22,46



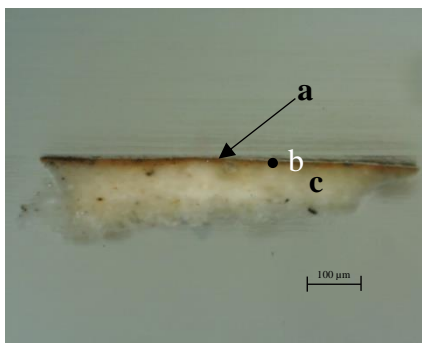
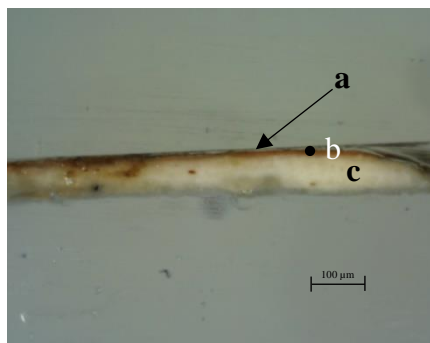
#### 7.2.4. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara.



Figura 65. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto).

Zonas de recolha de amostras.

A observação das amostras por OM identificou três camadas distintas – ouro, bolo e preparação – com aspecto compacto e homogéneo. A preparação apresenta cor branca onde são visíveis pontualmente manchas de cor vermelha e preta; na zona superior nota-se um ligeiro escurecimento. Não são visíveis vestígios de redouramento (Figuras 66 e 67).



Figuras 66 e 67. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara. Amostras 1 e 2.

Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

A observação por SEM mostra um bolo de grão grosseiro, com uma espessura de 25  $\mu\text{m}$  (a vermelho), constituído por partículas de reduzida dimensão e hábito predominantemente lamelar (Figura 68).

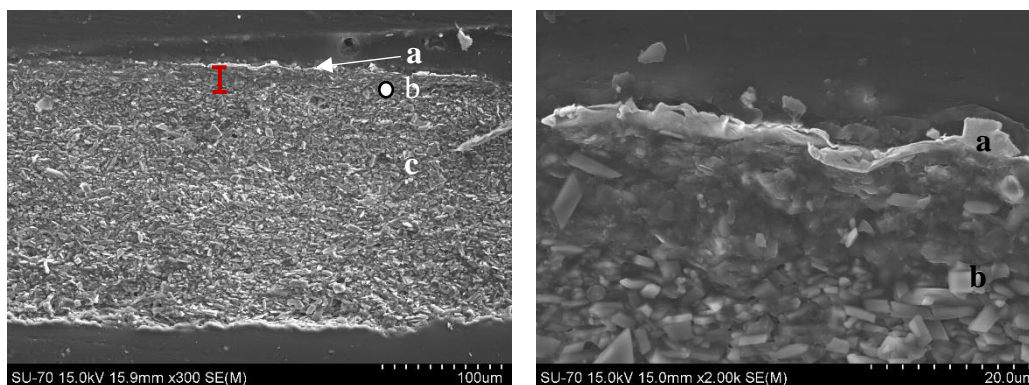
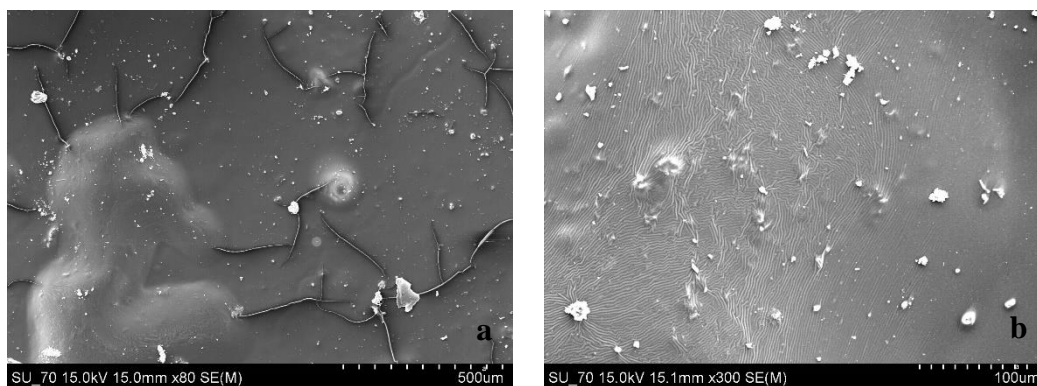


Figura 68. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto). Amostra 1.

SEM-EDS (300x, 2000x). Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico.

a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

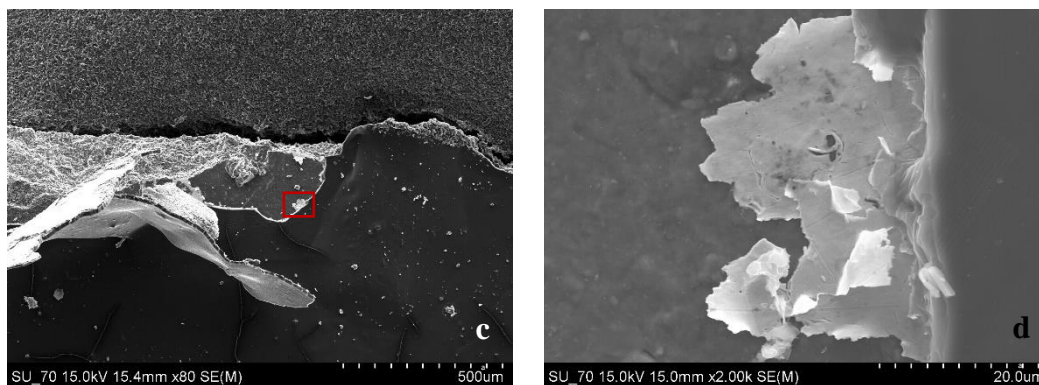
Na imagem SEM da superfície da amostra é claramente perceptível a existência de uma camada de material estranho ao original que cobre a folha de ouro, tornando impossível a sua análise em quase toda a área (Figura 69). São visíveis diversas fissuras (Figura 69a). Ao aproximar a imagem (Figura 69b) ocorre uma interacção entre o feixe de electrões e a superfície, que por acção do calor começa a derreter formando relevos na superfície. A instabilidade do material não permite qualquer leitura, obrigando a que se encontre uma área limpa (Figura 69c). Na pouca extensão disponível são visíveis algumas lacunas na folha de ouro e incisões (Figura 69d).



Figuras 69a e 69b. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto). Amostra 1.

SEM-EDS (80x e 300x). Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra.





Figuras 69c e 69d. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto). Amostra 1.

SEM-EDS (80x e 2000x). Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra.

A análise qualitativa e semi-quantitativa da folha de ouro permitiu a identificação dos elementos maioritários, a sua percentagem e quilates. Detectou-se a presença de Au, Ag e Cu, com uma percentagem média de Au de 91,05 %, 5,41 % de Ag e 3,54 % de Cu, correspondendo a 21,85 quilates (Tabela 24). Regista-se uma variação de quase o dobro nas percentagens da Ag e Cu, das Amostras 1 e 3, no entanto, a sobreposição dos espectros obtidos por SEM-EDS da folha de ouro das três amostras analisadas apresenta características muito semelhantes (Figura 70). A presença de Al é uma contribuição do bolo.

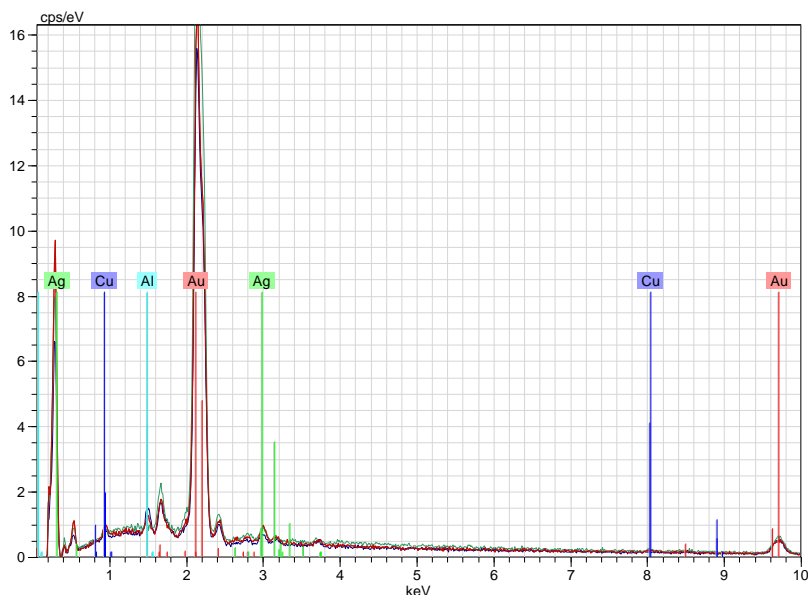


Figura 70. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto).

Amostras 1, 2 e 3: sobreposição do espectro EDS da folha de ouro.

Tabela 24. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto).

Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Amostra	Au %	Ag %	Cu %	Quilates
Amostra 1	93,93	3,79	2,28	22,54
Amostra 2	90,64	5,39	3,97	21,75
Amostra 3	88,57	7,06	4,37	21,26
Média	91,05	5,41	3,54	21,85
Desvio padrão	2,703	1,635	1,109	0,649

No mapeamento do corte estratigráfico observa-se a distribuição dos elementos maioritários na liga e na camada subjacente. É claramente visível a irregularidade da folha de ouro que se encontra enrugada e destacada da camada de bolo (Figura 71).

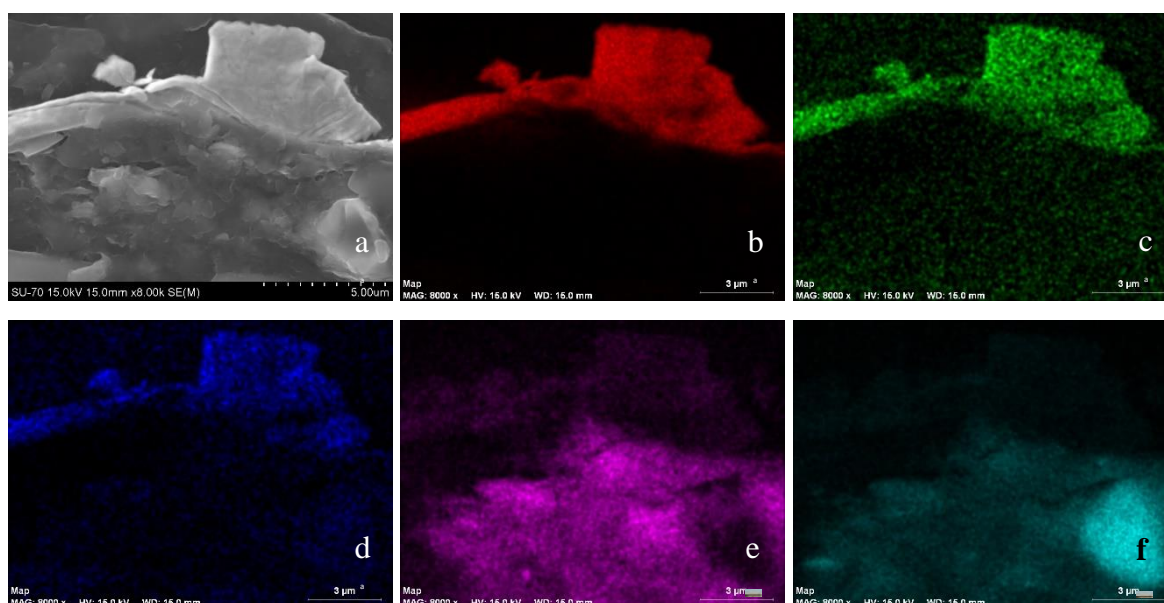


Figura 71. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto).

Amostra 1. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x).

a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Prata; d) Cobre; e) Alumínio; f) Silício.

A aquisição de um espectro elementar em duas áreas com 40 x 100 µm na mesma amostra mostrou uma composição muito semelhante (Figura 72). Identificou-se a presença de Au, Ag, Cu, Al, Si, Fe, Ca e K.

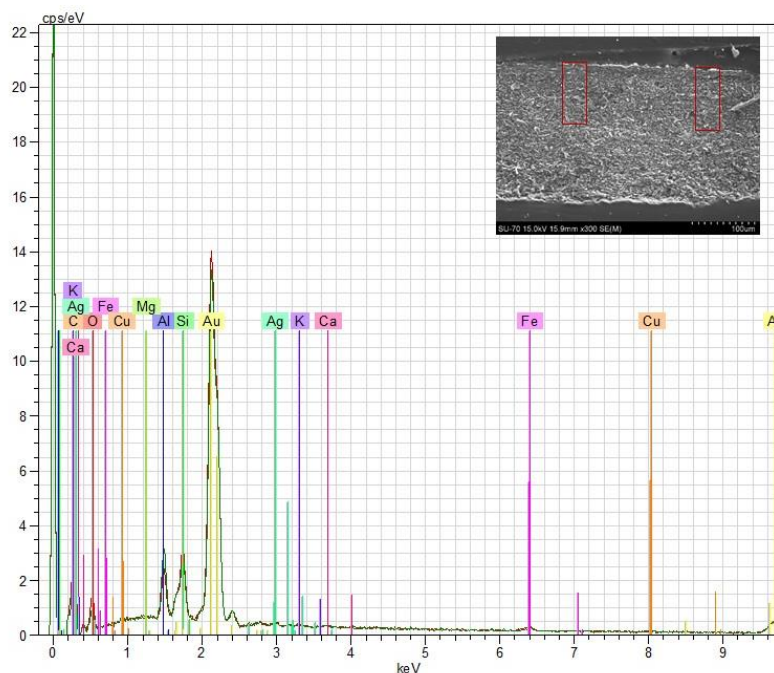


Figura 72. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto).

Amostra 1. Sobreposição do espectro EDS de duas áreas da amostra.

Para além de alguns dos elementos identificados por SEM-EDS, a análise por ICP-MS permitiu ainda reconhecer a presença de Pb, Pt e Ti, com concentrações de 9,44, 0,07 e 2,45 ppb, respectivamente (Tabela 25).

Tabela 25. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto). ICP-MS: análise elementar (ppb) e limites de detecção (DL). Valores médios obtidos para três leituras por amostra.

Elemento	ppb	% na amostra	% na amostra (sem Au)	DL	ppb/DL
Ag	87,03	3,72	12,54	0,05	1.740,60
Au	1.648,33	70,37	---	0,05	32.966,56
Cr	---	---	---	5,0	---
Cu	33,23	1,42	4,79	0,5	66,46
Fe	561,90	23,99	80,95	50	11,24
Ga	---	---	---	0,5	---
Hg	---	---	---	5,0	---
Ir	---	---	---	0,01	---
Pb	9,44	0,40	1,36	5,0	1,89

Pd	---	---	---	0,5	---
Pt	0,07	0,003	0,01	0,05	1,36
Ru	---	---	---	0,05	---
Sn	---	---	---	1,0	---
Ti	2,45	0,10	0,35	0,25	9,81
Zn	---	---	---	10	---

Os resultados da espectrometria quando comparados com os do SEM-EDS, não mostram diferenças significativas, com excepção do Cu que apresenta um valor quase duas vezes superior na análise por SEM-EDS. Esta diferença não tem impacto significativo nos quilates, resultando numa diferença de 0,52 (Tabela 26).

Tabela 26. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto).

Folha de ouro: resultados obtidos por SEM-EDS e ICP-MS.

	Au %	Ag %	Cu %	Quilates
SEM-EDS	91,05	5,41	3,54	21,85
ICP-MS	93,20	4,92	1,88	22,37

### 7.3. Braga.

#### 7.3.1. Retábulo-mor da igreja de São Paulo.

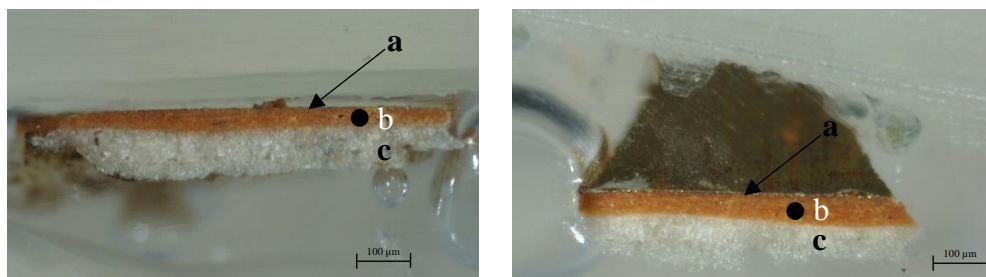
A 6 de Abril de 1709, o mestre entalhador Luís Vieira da Cruz, compromete-se a executar o retábulo-mor, conforme o seu próprio risco e reaproveitando as quatro colunas do retábulo primitivo, executado no primeiro quartel do século XVII (Carvalho, 2016:107). Tal como se verificou anteriormente na igreja de São Bento da Vitória (Porto), o desconhecimento dos trabalhos efectuados nas colunas, nomeadamente se houve ou não reaproveitamento total ou parcial do aparelho original, obrigou à exclusão destes elementos como zonas de recolha de amostras. Na Figura 73, o ponto identificado como SP1 corresponde ao painel por trás da coluna.



Figura 73. Retábulo-mor da igreja do convento de São Paulo (Braga).

Zonas de recolha de amostras.

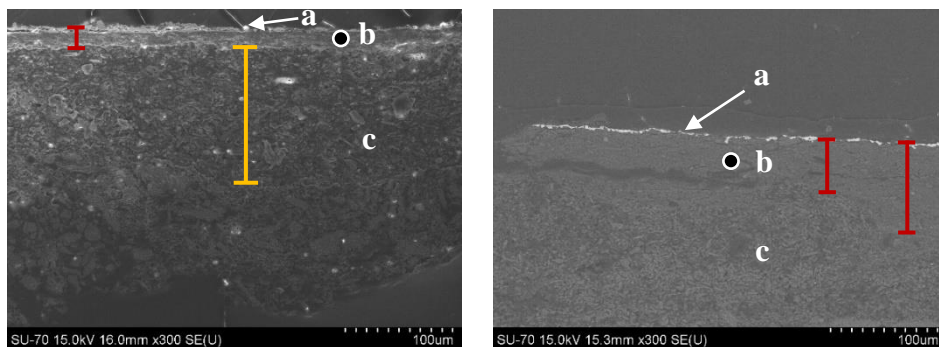
A observação do corte estratigráfico das amostras permitiu identificar três camadas distintas: ouro, bolo e preparação. Tanto o bolo (de cor laranja), como a preparação (de cor branca), têm aspecto compacto e homogéneo, sendo perfeitamente definidas as duas camadas. Tal como nas amostras anteriores não é possível definir o número de estratos em cada camada. Trata-se de um douramento a água sem vestígios de redouramento (Figuras 74 e 75).



Figuras 74 e 75. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga). Amostras 1 e 2.

Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Quando observadas por SEM as amostras apresentam algumas diferenças quanto à homogeneidade das camadas de bolo e preparação; a Amostra 1 (Figura 76) possui um aspecto mais grosseiro, com partículas de maiores dimensões e menos homogêneas. A Amostra 2 (Figura 77) apresenta uma maior homogeneidade e compactação da camada de bolo, com a espessura a variar entre 60 e 90 µm (a vermelho), e uma percentagem de vazios superior na camada de preparação. Na Amostra 1 a espessura do bolo é de cerca de 30 µm, sendo possível distinguir entre as camadas de gesso fino (130 µm – a amarelo) e de gesso grosso.



Figuras 76 e 77. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga). Amostras 1 e 2.

SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico.

a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Na imagem de electrões retrodifundidos da amostra - em corte e sem resina -, identifica-se a acumulação de materiais estranhos sobre a superfície da folha metálica (a vermelho); é perceptível uma camada com algum grau de compactação observando-se ainda partículas soltas. A camada de bolo apresenta uma estrutura tabular, de hábito predominantemente lamelar (Figura 78).



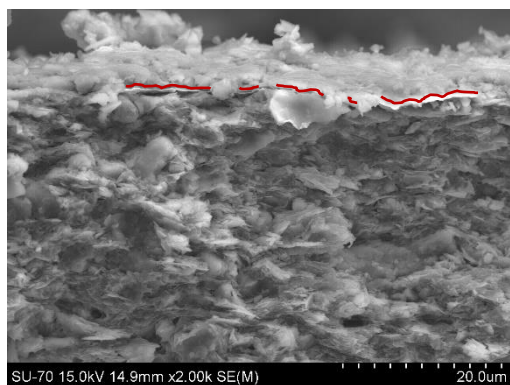


Figura 78. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga). Amostra 1.

SEM-EDS (2000x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico da amostra.

A análise qualitativa e semi-quantitativa do ouro, preparação e bolo detectou os seguintes elementos: Au, Ag, Cu, Al, Ca, Cl, Fe, K, S e Si. Na Figura 79 é possível observar a sobreposição dos espectros de área obtidos nas três amostras. Os resultados são muito semelhantes registando-se um pico de ouro de maior intensidade na Amostra 2 (a verde).

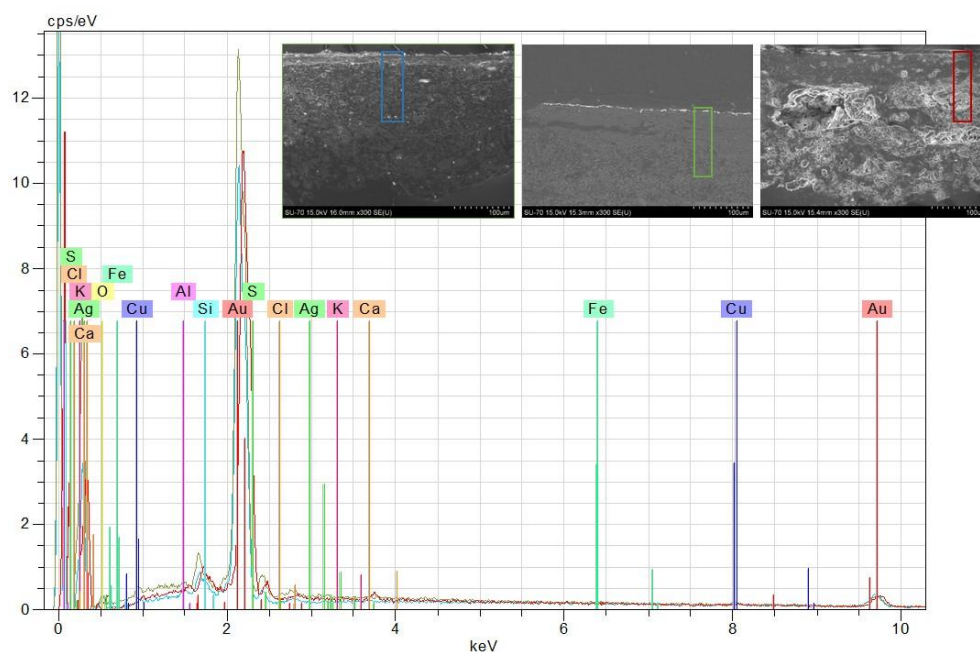


Figura 79. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga).

Amostras 1, 2 e 3. Sobreposição dos espectros EDS.

Identificou-se uma liga ternária de Au, Ag e Cu, de aproximadamente 22 quilates, com uma percentagem média de Ag muito reduzida (0,76 %) e de 7,67 % de Cu. Os quilates registam um máximo de 23,69 na Amostra 2, onde a percentagem de Au atinge os 98,71 % (Tabela 27). Contrariamente aos resultados obtidos para os restantes retábulos, a análise elementar da folha de ouro do retábulo-mor da igreja de São Paulo, apresentou valores muito diferentes em algumas das leituras efectuadas, nomeadamente para a percentagem de Cu, onde as médias variaram entre 0,14 e 11,51 %. Foram efectuadas três leituras por amostra em três áreas distintas, de  $1,0 \mu\text{m}^2$ .

Tabela 27. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga).

Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Amostra	Au %	Ag %	Cu %	Quilates
Amostra 1	88,44	0,05	11,51	21,23
Amostra 2	98,71	1,14	0,14	23,69
Amostra 3	87,57	1,09	11,34	21,02
Média	91,58	0,76	7,67	21,98
Desvio padrão	6,198	0,616	6,515	1,487

Uma análise pormenorizada dos resultados obtidos nas três leituras por amostra, assinala uma elevada discrepância nos valores de Cu. Na terceira aquisição efectuada na Amostra 1 este valor atinge aproximadamente 22 % do total da liga, não tendo sido detectada a presença de Ag (Tabela 28). Na Amostra 3 a percentagem de Cu é duas vezes superior entre a primeira e terceira leituras (Tabela 30). Na Amostra 2 nenhuma das leituras é superior a 0,22 %, sendo ainda inferiores às da Ag (Tabela 29), contrariando os resultados das Amostras 1 e 3. Também na Amostra 2 a liga apresenta percentagens muito elevadas de Au, onde o valor mais baixo está próximo dos 98 % e o mais elevado é superior a 99 %, reflectindo-se numa quilatagem média de 23,69.



Tabela 28. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga).

Amostra 1. Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Amostra 1	Au %	Ag %	Cu %	Quilates
1	92,70	0,02	7,27	22,25
2	94,45	0,12	5,43	22,67
3	78,18	---	21,82	18,76
Média	88,44	0,05	11,51	21,23
Desvio padrão	8,931	0,067	8,978	2,144

Tabela 29. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga).

Amostra 2. Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Amostra 2	Au %	Ag %	Cu %	Quilates
1	97,90	1,87	0,22	23,50
2	98,96	0,92	0,12	23,75
3	99,28	0,63	0,09	23,83
Média	98,71	1,14	0,14	23,69
Desvio padrão	0,720	0,648	0,072	0,720

Tabela 30. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga).

Amostra 3. Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Amostra 3	Au %	Ag %	Cu %	Quilates
1	92,07	1,37	6,55	22,10
2	86,21	0,54	13,25	20,69
3	84,42	1,35	14,23	20,26
Média	87,57	1,09	11,34	21,02
Desvio padrão	4,003	0,474	4,177	0,961

A discrepância de valores obtidos por EDS poderá ser justificada por uma deficiente fusão dos diferentes elementos que compõem a liga metálica, originando zonas de maior concentração elementar; tendencialmente o ouro e a prata formam soluções sólidas

monofásicas, enquanto a prata e o cobre possuem uma menor miscibilidade, separando-se em duas fases (Costa, 2008). Estas fases cristalinas não são visíveis através de microscopia electrónica sendo necessário proceder a micro-difracção de raios-X ( $\mu$ -XRD) para a sua identificação, um processo complexo dada a reduzida quantidade de material disponível. Ao efectuar-se o mapeamento da Ag e do Cu, verifica-se uma distribuição elementar homogénea ao longo da folha, sendo maior a dispersão nas Amostras 2 e 3 (Figura 80). Não se observam acumulações de Cu, capazes de justificar os resultados de SEM-EDS.

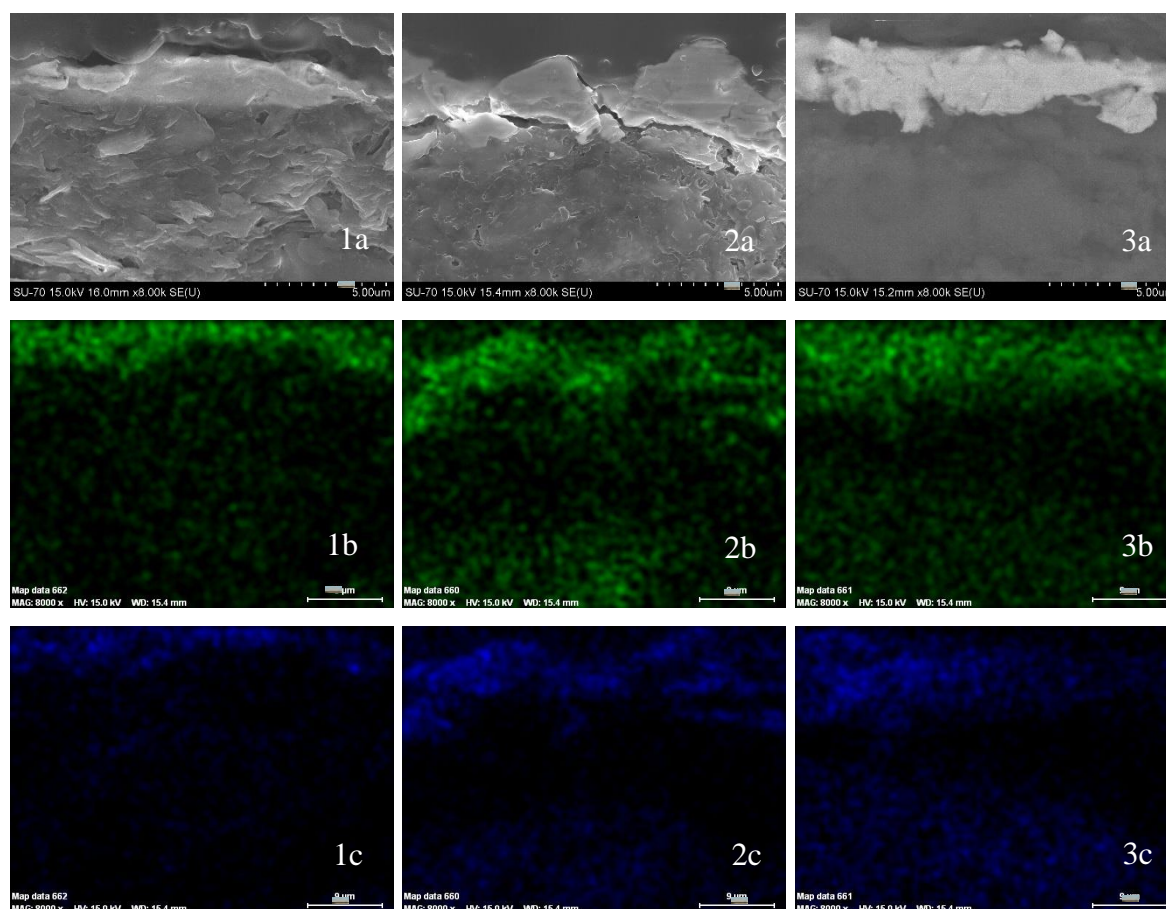


Figura 80. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga).

Amostras 1, 2 e 3. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x).

a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Prata; c) Cobre.

O mapeamento do corte estratigráfico permitiu ainda a observação da distribuição do Au, do Al e do Si – os dois últimos elementos surgem como contribuição do bolo. O Au apresenta um aspecto muito definido e com pouco ruído, encontrando-se limitado à zona da folha

metálica. O Al e Si apresentam zonas de maior concentração elementar, distinguíveis pela cor mais clara (Figura 81).

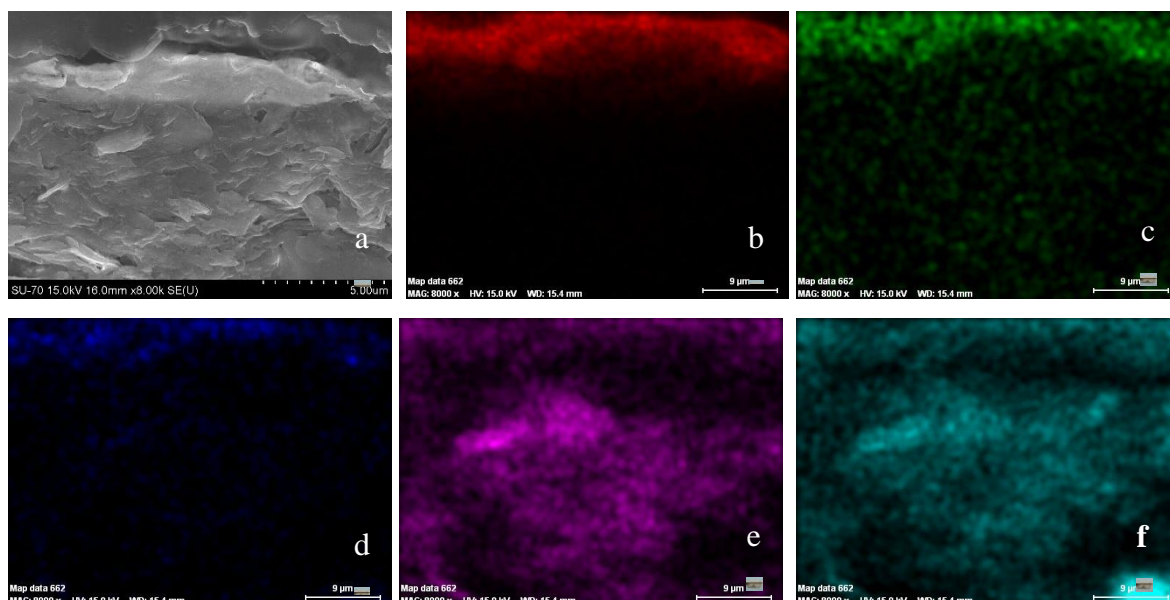


Figura 81. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga).

Amostra 1. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x).

a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Prata; d) Cobre; e) Alumínio; f) Silício.

Como referido na descrição dos métodos analíticos (Capítulo 6), não foi realizada a análise por ICP-MS das amostras da igreja de São Paulo (Braga), pois, aquando dos exames, ainda se aguardava autorização para a recolha.



## 7.4. Ouro comercial.

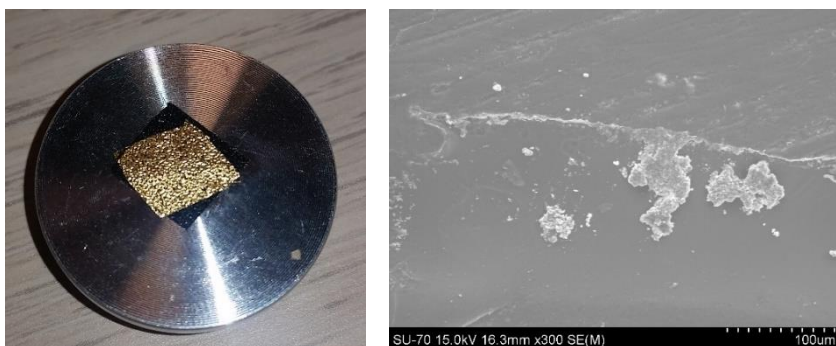
### 7.4.1. Ouro comercial.

Analisaram-se amostras de folha de ouro, de 22 quilates, produzidas por *Fabbriche Riunite Metalli in Foglie e in Polvere S.P.A.*, Milão (Itália) (Figura 82).



Figura 82. Livro de folhas de ouro.

Devido à reduzida espessura da folha de ouro, quando as amostras são aplicadas directamente sobre a fita de carbono, assumem a topografia da superfície (Figura 83). Quando englobada em resina e durante o polimento, a folha sofre uma elevada fragmentação e esfoliação (Figura 84).



Figuras 83 e 84. Folha de ouro comercial: aplicação sobre fita de carbono e englobamento em resina.

A observação da superfície por SEM permite identificar a presença de partículas não agregadas sobre a folha de ouro (Figura 85a); estas aparentam não pertencer ao material original podendo resultar de uma contaminação na sua origem ou durante a preparação da amostra. Numa análise mais aproximada (2000x) observa-se uma amálgama homogénea com diversos vazios e ligeiramente texturada (Figura 85b).

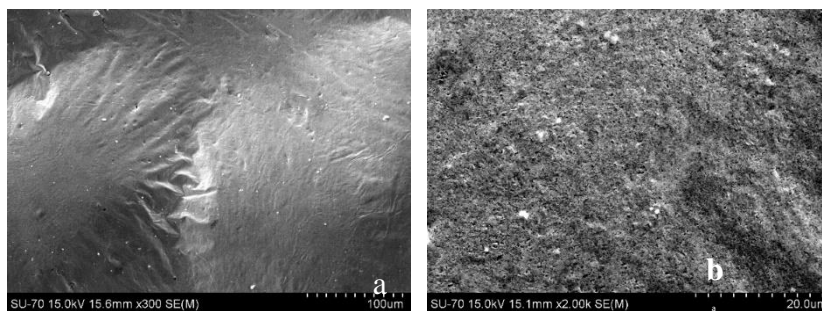


Figura 85. Folha de ouro comercial.

SEM-EDS (300x, 2000x). Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra.

A análise por SEM-EDS permitiu identificar a presença de Au, Pd, Cu, Al, Si e Fe (Figura 86). As partículas de maiores dimensões visíveis sobre a superfície da amostra (Figura 86a), correspondem a Al (Figura 86e) e Si (Figura 86f), provavelmente um alumino-silicato e Fe (Figura 86g). O Au, Pd e Cu, são contribuições da folha de ouro.

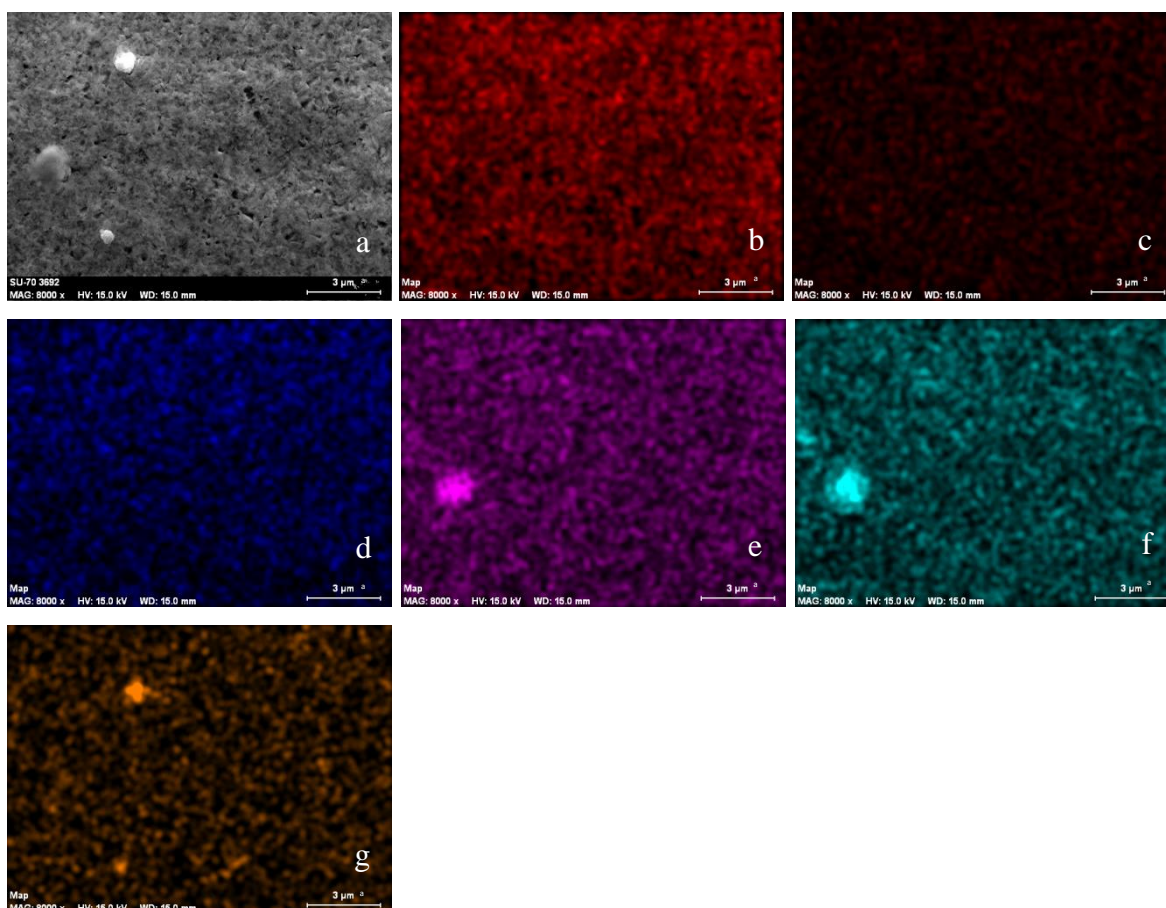


Figura 86. Folha de ouro comercial.

Mapeamento da superfície da amostra por SEM-EDS (8000x). a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Paládio; d) Cobre; e) Alumínio; f) Silício; g) Ferro.



Os resultados qualitativos e semi-quantitativos encontram-se expressos na Figura 87 e na Tabela 31. O espectro e valores obtidos correspondem a áreas de homogeneidade material e estrutural, sem partículas soltas. Identificou-se uma liga de aproximadamente 21 quilates, com uma elevada percentagem de Cu – 10,20 %.

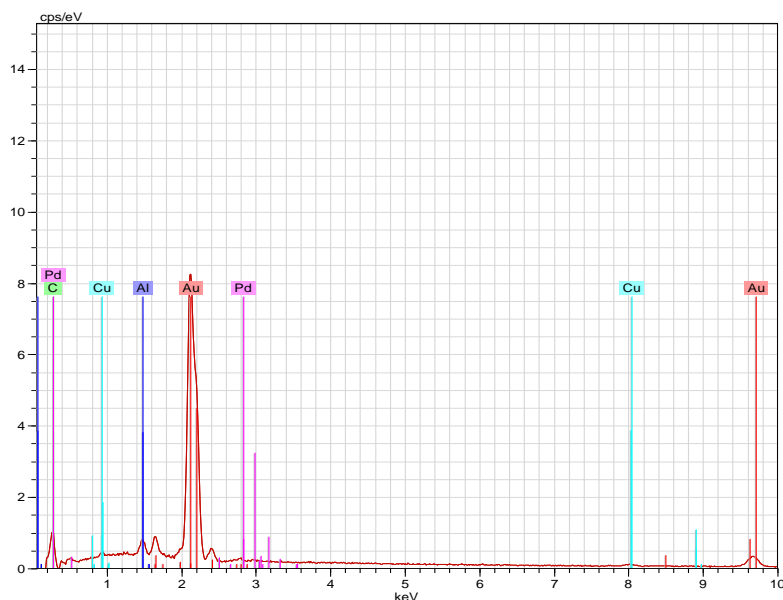


Figura 87. Folha de ouro comercial. Espectro EDS.

Tabela 31. Folha de ouro comercial.

Elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Au %	Pd %	Cu %	Al %	Quilates
86,39	1,38	10,20	2,02	20,73

Para além de alguns dos elementos identificados por SEM-EDS, como o Au, o Pd, o Cu e o Fe, a análise por ICP-MS permitiu ainda reconhecer a presença de Ir, Ti e Zn. O Ir apresenta uma concentração muito reduzida de 0,04 ppb, que corresponde a uma percentagem na amostra de 0,0001 % (Tabela 32).

Tabela 32. Folha de ouro comercial. ICP-MS: análise elementar (ppb) e limites de detecção (DL).

Valores médios obtidos para três leituras por amostra.

Elemento	ppb	% na amostra	% na amostra (sem Au)	DL	ppb/DL
Ag	---	---	---	0,05	---
Au	31.099,13	90,15	---	0,05	621.982,62
Cr	---	---	---	5,0	---
Cu	700,60	2,03	20,61	0,5	1.401,20
Fe	54,27	0,16	1,60	50	1,09
Ga	---	---	---	0,5	---
Hg	---	---	---	5,0	---
Ir	0,04	0,0001	0,001	0,01	3,80
Pb	---	---	---	5,0	---
Pd	2.569,80	7,45	75,59	0,5	5.139,00
Pt	---	---	---	0,05	---
Ru	---	---	---	0,05	---
Sn	---	---	---	1,0	---
Ti	2,41	0,01	0,07	0,25	9,64
Zn	72,43	0,21	2,13	10	7,24

Quando comparados os resultados por SEM-EDS e ICP-MS verificam-se diferenças significativas nas leituras obtidas para o Pd e o Cu. O Pd regista uma diferença 5,4 vezes superior por ICP-MS, verificando-se o oposto para o Cu, com um valor cinco vezes inferior (Tabela 33). Esta disparidade poderá ser justificada pela sobreposição dos picos de Pd e de C, na leitura por SEM-EDS, tendo o software automaticamente distribuído os valores das concentrações entre os dois elementos (Tabela 34).

Assinalam-se ainda diferenças na percentagem de Au, que se reflectem num resultado final de aproximadamente mais um quilate na análise por ICP-MS, ficando o valor próximo dos 22 quilates referidos pelo fabricante.



Tabela 33. Folha de ouro comercial: resultados obtidos por SEM-EDS e ICP-MS.

	Au %	Pd %	Cu %	Al %	Quilates
SEM-EDS	86,39	1,38	10,20	2,02	20,73
ICP-MS	90,48	7,48	2,04	---	21,72

Tabela 34. Folha de ouro comercial. Quantificação dos resultados obtidos por SEM-EDS.

Elemento	Série		Net unn. [wt.%]	C norm. [wt.%]	C Atom. [at.%]	C Error [%]
Au	M	141120	76,11	75,20	22,77	2,9
C	K	8966	13,11	12,95	64,33	2,5
Al	K	5549	1,78	1,76	3,89	0,1
Cu	K	3152	8,99	8,88	8,34	0,4
Pd	L	1693	1,21	1,20	0,67	0,1
		Total	101,20	100,00	100,00	



## 7.5. Purpurina.

### 7.5.1. “Ouro Impalpavel “Varela” para retoques”.

A primeira referência à empresa Favrel Portuense data do século XVIII. Tendo iniciado a sua actividade no Porto, transferiu-se para Lisboa em 1891, por iniciativa de José Netto Varela, instalando-se na Rua da Rosa, no Bairro Alto e assumindo o nome de Favrel Lisbonense (Santos, 2012) (Ferreira, 2011). As instalações compunham-se de uma grande loja – a Casa Varela –, oficinas e fábrica de produção de tintas e outros materiais ligados às belas-artes (Silva, 2011).

A empresa foi a responsável pela introdução em Portugal dos tubos de tinta de óleo pré-misturados da Lefranc. Em meados da década de 90 do século XX, teve início o declínio da empresa, deixando de produzir produtos de marca própria (Silva, 2011). A fábrica encerrou em Dezembro de 2006, embora a loja ainda se encontre em funcionamento.

Em finais do século XIX, José Netto Varela foi para Paris com o objectivo de aprender a arte do douramento e quando regressou, introduziu em Portugal novas técnicas baseadas em materiais à base de alumínio. A Favrel passou a produzir e comercializar ouro, prata, platina e alumínio, em folha e pó. Estes e outros produtos encontram-se referidos em catálogos do início do século XX (Ferreira 2011, 53).

O material estudado, purpurina com a denominação “ouro impalpável “Varela” para retoques”, foi analisado por SEM-EDS. Terá sido produzido até à década de 90 do século XX, não sendo possível, de momento, reduzir o período temporal de fabrico. Trata-se de um pó de cor dourada ainda na sua embalagem de papel original (Figura 88).



Figura 88. Purpurina. “Ouro Impalpavel “Varela” para retoques”.

As purpurinas foram extensivamente utilizadas durante grande parte do século XX para colmatar lacunas e desgaste da folha de ouro, sendo aplicadas directamente sobre os materiais originais: madeira, preparação, bolo ou ouro. De difícil eliminação, muitas vezes apenas parcialmente removíveis com decapante, com o tempo adquirem uma cor castanha-esverdeada devido à sua oxidação, tornando facilmente identificável as zonas de aplicação. A análise da purpurina por SEM-EDS revelou a presença de partículas lamelares, de forma tendencialmente trapezoidal e dimensão irregular – entre 10 e 65  $\mu\text{m}$  (Figura 89).

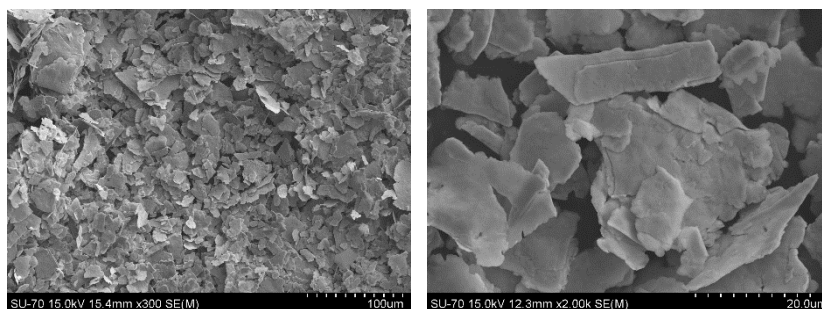


Figura 89. Purpurina.

SEM-EDS (300x, 2000x). Imagem de electrões retrodifundidos da amostra.

Identificou-se a presença de Al, Cu e Zn (Figura 90), com uma elevada percentagem de Cu (80,43 %) (Tabela 34).

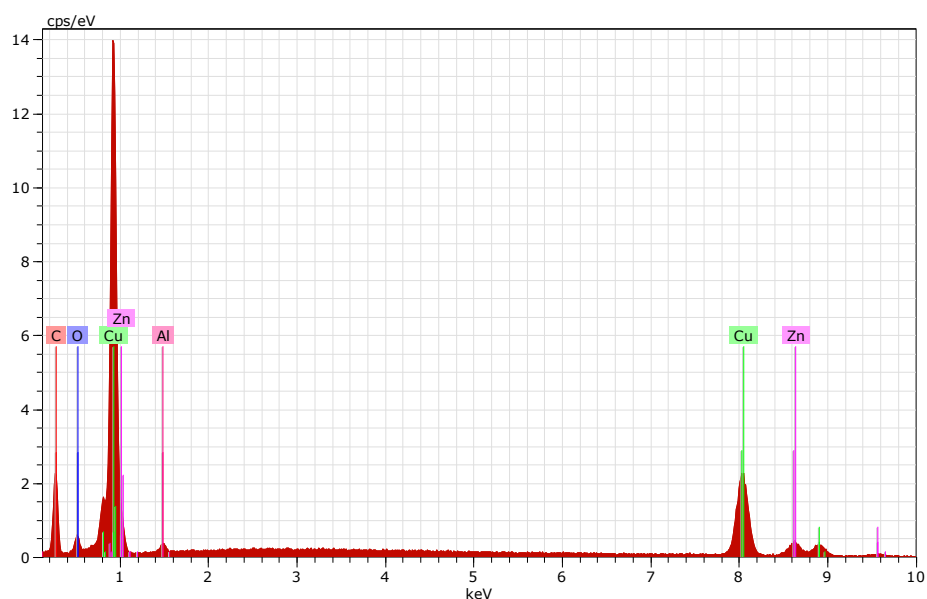


Figura 90. Purpurina. Espectro EDS.

Tabela 35. Purpurina. Elementos maioritários: composição expressa em percentagem.

	Al %	Cu %	Zn %
Purpurina	1,23	80,43	18,34



**8.**

**ESTUDO COMPARATIVO, ANÁLISE  
E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**





## **8. ESTUDO COMPARATIVO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.**

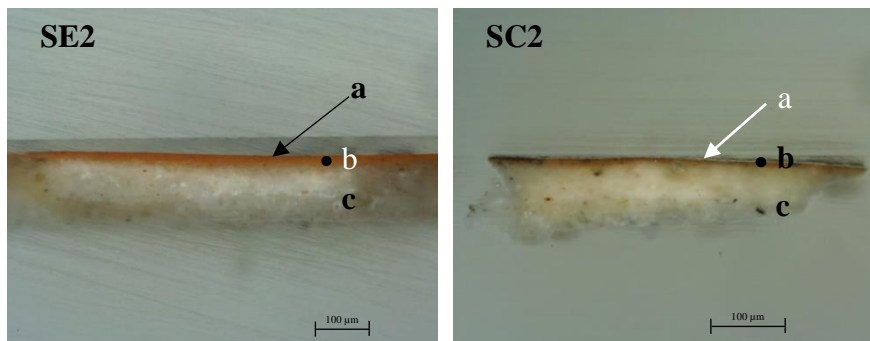
### **8.1. Estudo comparativo, análise e discussão dos resultados.**

Os resultados obtidos por OM e SEM indicam que as amostras recolhidas nos retábulos-mor das diferentes igrejas, partilham diversas características físicas como o número de camadas, a cor e aspectos da sua morfologia. Regista-se ainda a presença de um douramento a água onde as três camadas – ouro, bolo e preparação – são claramente visíveis (Martínez, 1997) (Sandu, 2014a); estas apresentam boa adesão e coesão, não tendo sido identificados vestígios de redouramento. Apesar de muitos dos tratados dos séculos XVII e XVIII referirem a aplicação de um mínimo de três camadas de gesso grosso, três de gesso fino e quatro de bolo, sendo o ideal a aplicação de cinco de cada num total de 15 (Ferreira-Alves, 1989) (Serck-Deawide, 2004), não é possível distinguir através de OM e SEM o número exacto de aplicações em cada camada (Antunes et al, 2014) (Antunes, 2014) (Sandu et al, 2013) (Sandu et al, 2014b).

Nas amostras recolhidas na Sé do Porto (SE), na igreja de Santa Clara (SC) e na igreja de São Paulo (SP), a camada de preparação é de cor branca com pontuações brilhantes e aspecto homogéneo (Figuras 91, 92 e 93). As restantes – provenientes das igrejas de Jesus (AV), São Bento (SB) e São Francisco (SF) - apresentam uma cor branca menos intensa, com manchas de cor acastanhada (Figuras 94, 95 e 96). Estas manchas poderão ter a sua origem na impregnação de substâncias filmogéneas resultantes da utilização de adesivos orgânicos como ligante (Barata, 2015). A Amostra SF1 é a única onde se distinguem dois tons ligeiramente diferentes na preparação - mais escuro na zona superior -, que dividem a camada transversalmente, e que poderão corresponder aos estratos de gesso grosso (inferior) e fino (superior).

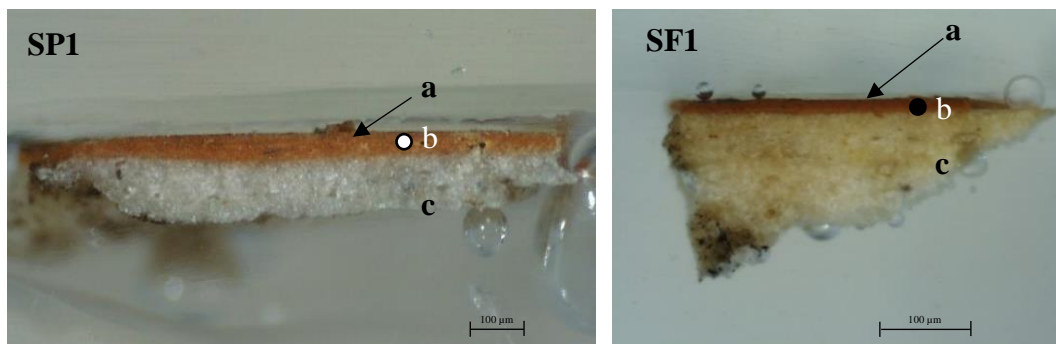
Em algumas amostras observam-se partículas de cor preta na preparação, atribuídas por alguns autores a contaminações durante o processo de calcinação do gesso, sendo compostas maioritariamente por carbono (Barata, 2015, 129) (Gómez, 2015, 57). A amostra AV2 destaca-se pela elevada percentagem e dimensão de algumas destas partículas (Figura 95). O bolo, de aspecto compacto e homogéneo, tem cor laranja, embora as amostras AV possuam um tom mais acastanhado (Figuras 91 a 96). Com excepção de SE, são visíveis pequenas partículas de cor preta, associadas à adição de grafite, que apesar de constituída por carbono puro, era designada por lápis de chumbo ou plumbago. Devido à reduzida

dureza, a sua mistura teria como objectivo facilitar o brunimento da folha de ouro (Ferreira-Alves, 2004) (Barata, 2015).



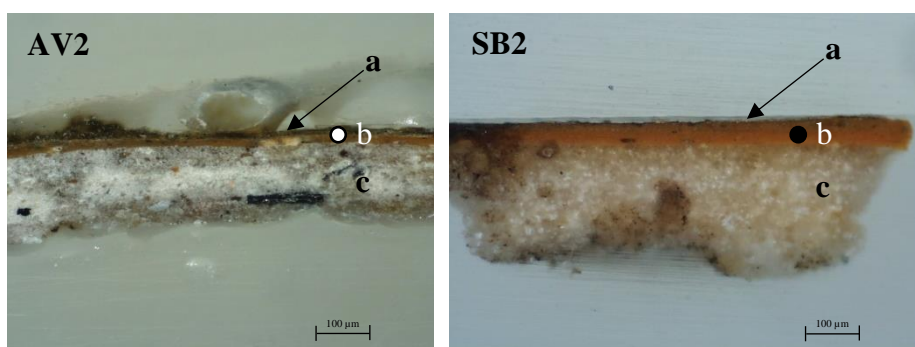
Figuras 91 e 92. SE2. SC2.

Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.



Figuras 93 e 94. SP1. SF1.

Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.



Figuras 95 e 96. AV2. SB 2.

Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

A análise elementar por EDS dos diferentes cortes estratigráficos não detectou diferenças significativas na camada de preparação, com exceção da amostra AV. Regista-se a presença constante de Ca, S e Si, tendo sido identificado Al, nas amostras SE, SF, SC e SP, e K nas amostras AV e SP. Os resultados obtidos encontram-se expressos na Tabela 36.

Tabela 36. Camada de preparação. Quantificação dos resultados obtidos por SEM-EDS.

Amostras	Al C norm [wt.%]	Ca C norm [wt.%]	K C norm [wt.%]	S C norm [wt.%]	Si C norm [wt.%]	Ca/S
AV	---	12,61	0,06	1,79	1,68	7,04
SB	---	28,21	---	20,26	0,29	1,39
SE	0,10	34,58	---	16,67	0,37	2,07
SF	1,89	23,71	---	20,19	1,89	1,17
SC	0,19	28,54	---	19,92	0,15	1,43
SP	0,49	21,64	0,23	15,54	0,50	1,39

Em cinco das amostras a razão Ca/S varia entre 1,17 e 2,07, sugerindo que o cálcio estará presente na forma de sulfato, integrando ainda a estrutura de outros minerais como o carbonato de Ca. Regista-se a disparidade do valor na amostra AV, o que poderá indicar tratar-se de uma mistura de carbonato e sulfato de Ca.

As percentagens de Al, Si e K – contribuição dos silicatos – apresentam, no geral, valores reduzidos, com exceção do Al na amostra SF e do Si, nas amostras AV e SF. Em AV a elevada presença de Si terá a sua origem no silicato de Ca associado ao sulfato ou ao carbonato de Ca, enquanto em SF, se deverá à presença de alumino-silicatos.

As camadas de preparação à base de sulfato de cálcio são compostas maioritariamente por anidrite (sulfato de cálcio anidro,  $\text{CaSO}_4$ ), gesso (sulfato de cálcio dihidratado,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e ocasionalmente, por basanite (sulfato de cálcio hemihidratado,  $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ ). A percentagem destes compostos na preparação determina a denominação de gesso grosso (comum) ou gesso *sottile* (mate ou fino) (Antunes, 2014, 248). O primeiro é constituído maioritariamente por anidrite, com percentagens reduzidas de gesso e por vezes de basanite (Antunes, 2014, 250). O espaço entre partículas é preenchido com cola e água, sendo a água lentamente absorvida pela anidrite, promovendo uma secagem lenta e consequente aumento do tempo de trabalho e não fissuração. As partículas são de moagem grosseira, morfologia

heterogénea, e forma e dimensão irregulares, tal como se verifica nas amostras onde é possível diferenciar este estrato (SE, SF e SP).

O *gesso sottile*, mate ou fino, resulta da calcinação do sulfato de cálcio e posterior hidratação. Possui diferentes fases, sendo o gesso o composto maioritário, contendo ainda anidrite e por vezes basanite (Antunes, 2014, 253). As partículas têm uma morfologia e dimensão regulares, com formas tabulares, aciculares e prismáticas (Gómez, 2015, 54). É um material suave ao tacto, com partículas perfeitamente separadas e brilho levemente irisado.

Associado ao sulfato de cálcio surgem como elementos maioritários o S e o Ca, podendo encontrar-se ainda Mg, Al, Si, Fe, K, P, Cl e Sr, em diferentes concentrações dependendo da origem do mineral (Gómez, 2015, 36).

Nas amostras onde é possível distinguir os dois estratos de preparação – SE, SF e SP - verifica-se que o gesso grosso apresenta uma estrutura menos compacta, com dimensão e distribuição variável das partículas, resultantes de uma moagem grosseira. A forma e tamanho das partículas aponta para a presença de sulfato de cálcio anidro. O gesso fino possui uma maior compactação, apesar da existência de inúmeros vazios, e uma maior homogeneidade da forma, dimensão e distribuição das partículas sugerindo a presença de sulfato de cálcio dihidratado (gesso) (Figura 97).

A camada de gesso fino varia entre os 60 e os 140  $\mu\text{m}$ , existindo diferenças de espessura entre amostras do mesmo retábulo e na mesma amostra (Tabela 37).

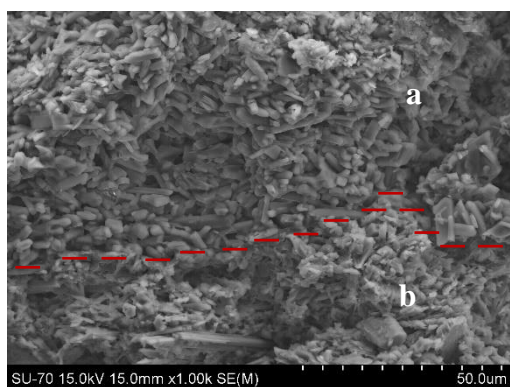


Figura 97. SP1.

SEM-EDS (1000x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico: a) gesso fino e b) gesso grosso.

Tabela 37. Espessura da camada de gesso fino.

Amostras	Gesso fino μm
SE	140 – 60/80
SF	100 - 60
SP	130

Na dissertação de Doutorado de Vanessa Antunes (2014, 233-278), traçam-se em detalhe as diferentes formas de obtenção do gesso descritas em vários tratados, as suas denominações, assim como as fontes de matéria-prima mais comuns em Portugal e na Europa. Destaca-se ainda a publicação de Sónia Gómez (2015) com o título “El yeso, su elaboración y empleo en la pintura y dorado de retablos”.

O bolo está presente em todas as amostras (Figuras 91 a 96, pág. 152). Através da análise por OM verifica-se que esta camada possui cor laranja e um aspecto homogéneo, onde se encontram dispersas pequenas pontuações de cor preta – partículas de grafite adicionadas para facilitar o brunimento e conferir maior suavidade. Nas amostras AV o bolo apresenta uma cor parda.

O bolo é uma argila comum que passou por um processo de refinação por via húmida mais apurado, de forma a ser utilizado no douramento como camada sobre a qual se aplica directamente a folha metálica. Possui uma composição mineralógica variada podendo os seus constituintes ser atribuídos a dois grupos: minerais de argila – que lhe conferem as suas propriedades plásticas -, e minerais não argilosos. No primeiro grupo as estruturas são normalmente baseadas em estratos complexos, ocorrendo em partículas lamelares com agregados de grão fino, que misturados com a água possuem diferentes níveis de plasticidade. Quimicamente são silicatos hidratados – principalmente de Al ou Mg – podendo conter outros catiões de Fe, Ca e K. Destes destacam-se as caulinites, ilites, esmectites e vermiculites – minerais argilosos estratificados; menos comuns são a atapulgite e a sepiolite com estruturas cristalinas em cadeia. As partículas podem ser cristalinas ou amorfas, lamelares ou fibrosas, e de dimensões reduzidas (Deer et al, 1992, 367). No segundo grupo incluem-se feldspatos, micas, quartzo e óxidos e hidróxidos de ferro (hematite, goethite e lepidocrocite).

As argilas podem ter cores variadas: pardas, castanhas, amarelas, vermelhas, cinzentas ou pretas (Costa, 2001, 125). Destas, as mais utilizadas em douramento são as de cor vermelha

e amarela, e as de cor preta, para prateamento. Os elementos mais frequentes são o Si, Al, Fe, Mg, Ca, K, Na e O.

Nas amostras analisadas identificou-se a presença de Al, Ca, Cl, Fe, K, Mg, Si e Ti. Os resultados obtidos encontram-se expressos na Tabela 38.

Tabela 38. Bolo. Quantificação dos resultados obtidos por SEM-EDS.

Amostras	Al C norm [wt.%]	Ca C norm [wt.%]	Cl C norm [wt.%]	Fe C norm [wt.%]	K C norm [wt.%]	Mg C norm [wt.%]	Si C norm [wt.%]	Ti C norm [wt.%]	Al/Si
AV	16,44	6,85	0,33	4,44	0,87	1,10	1,11	1,02	14,85
SB	10,82	0,88	0,19	3,81	1,00	0,09	23,70	0,43	0,46
SE	7,63	0,63	---	4,76	0,98	0,11	9,47	0,39	0,81
SF	3,60	0,59	---	1,48	0,11	0,36	3,28	0,53	1,10
SC	3,00	0,53	---	3,09	0,13	0,68	2,58	0,39	1,16
SP	13,24	3,42	0,25	6,59	0,92	0,60	13,02	0,57	1,02

A composição química do bolo apresenta uma relação Al/Si variável entre 0,46 e 14,85. Tendo em consideração os resultados e excluindo os valores limite (AV e SB) admite-se, por aproximação, que os restantes poderão indiciar a presença de caulinite, dada a relação Al/Si. Esta pode ocorrer em blocos maciços e compactos, em agregados vermiformes ou granulares, sob a forma de lamelas ou em pilhas de lamelas. A caulinite quando observada por SEM possui uma elevada percentagem de partículas com bordos rectilíneos bem definidos e por vezes, lâminas finas alongadas (Deer et al, 1992, 375). A sua composição química está sujeita a pequenas variações, sendo comum a presença de iões de Fe, Cr (não detectado), Ti, Mg e K, que poderão não pertencer à estrutura, mas tratem-se de impurezas – anatase e rútilo, ou micas (Deer et al, 1992, 373).

A leitura dos resultados de AV sugere a presença de uma argila híper-aluminosa, a que se associam valores elevados de Ca e Ti. Estes e os restantes elementos identificados, poderão fazer parte da génese da argila ou resultarem da adição de outros materiais durante a preparação do bolo, de forma a alterar as suas propriedades ópticas e/ou físicas. O valor

obtido para o Ca, poderá ser uma adição intencional ou resultar da presença de calcite na amostra.

A relação Al/Si próxima de 0,5 da amostra SB corresponderá a uma argila siliciosa.

Quando observado por SEM o bolo apresenta, de uma forma geral, um aspecto compacto e homogéneo, sendo constituído por partículas de reduzidas dimensões e hábito predominantemente lamelar (Figura 98).

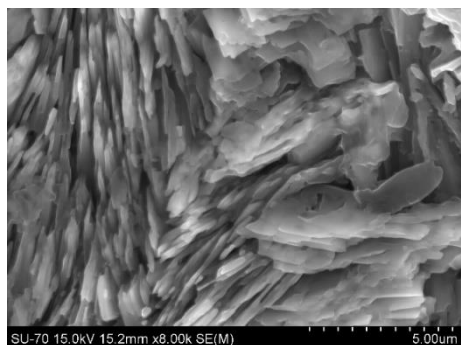


Figura 98. SB1.

SEM-EDS (8000x): Imagem de electrões retrodifundidos do bolo.

Em AV e SP a camada de bolo não possui as mesmas características em duas das amostras: enquanto uma tem um aspecto compacto e homogéneo, as restantes registam uma menor compactação, sendo visíveis mais espaços vazios e uma maior diferença na dimensão das partículas – desigualdade mais evidente nas amostras AV (Figura 99). As amostras SC, quando comparadas com as restantes apresentam um bolo mais grosseiro e de menor compactação (Figura 100).

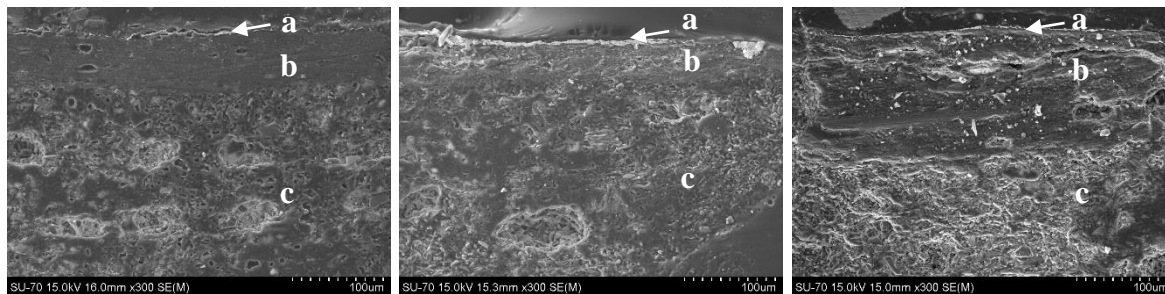


Figura 99. AV1, AV2, AV3.

SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico. a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

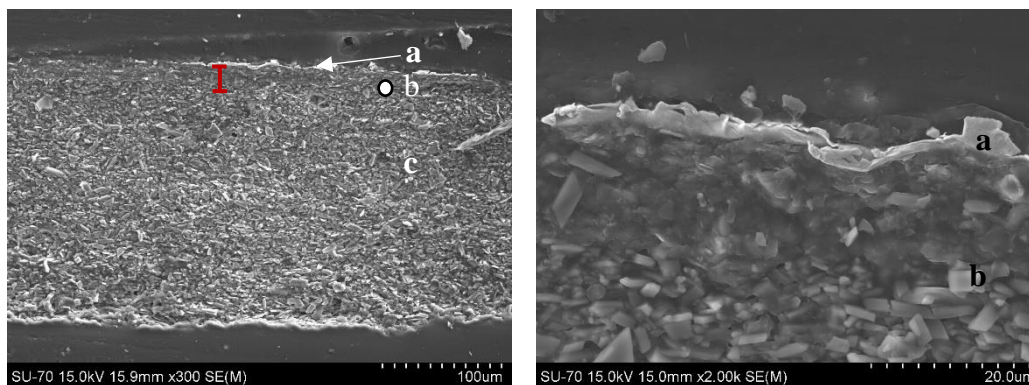


Figura 100. SC1.

SEM-EDS (300x, 2000x). Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico. a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

O mapeamento dos cortes estratigráficos permite observar a distribuição dos elementos maioritários na folha de ouro e no bolo (Figura 101a, 101b e 101c). Apesar de não existirem diferenças significativas nos mapas obtidos para a folha nas diferentes amostras, o bolo mostra algumas particularidades.

Os elementos que se encontram em maiores concentrações – Au, Al e Si - apresentam limites definidos, sendo claramente perceptível a sua distribuição em cada uma das camadas. Os mapas da Ag e do Cu, apesar de mostrarem maior concentração nas áreas correspondentes à folha de ouro, registam uma menor definição; o mesmo acontece com o Ca e o Fe no bolo. Observam-se partículas de Ti em AV e SB e uma distribuição indefinida nas restantes.

Quando comparada com as outras amostras, nota-se uma elevada concentração de Ca na camada de bolo de AV, assim como uma matriz sem partículas de silício de elevada dimensão, resultados coincidentes com os valores obtidos por SEM-EDS.

O Fe encontra-se distribuído tanto na folha de ouro como no bolo. Apresenta uma maior concentração na folha, em AV, SF e SC, enquanto em SB e SE está mais disperso. Em SP observam-se concentrações bem definidas na camada de bolo.

A presença de Ca, Ti, Mg e K, distribuídos sobre a folha de ouro, poderá dever-se à composição dos produtos aplicados – ceras, vernizes e outros produtos de composição desconhecida; o douramento encontra-se escurecido pela alteração (oxidação) desta camada.



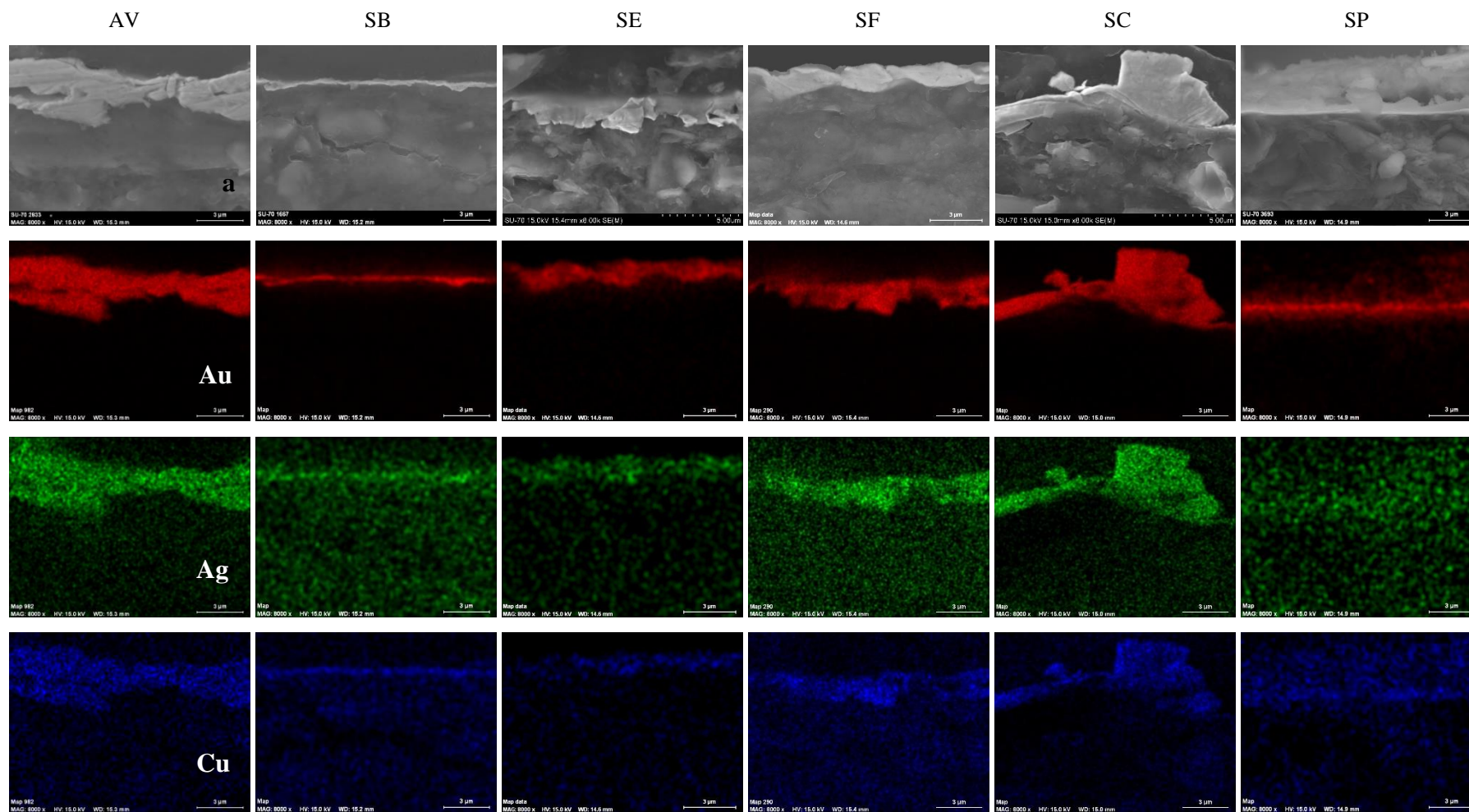


Figura 101a. Amostras AV, SB, SE, SF, SC e SP. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x).

a) Imagem de electrões retrodifundidos; Au: ouro; Ag: prata; Cu: cobre.

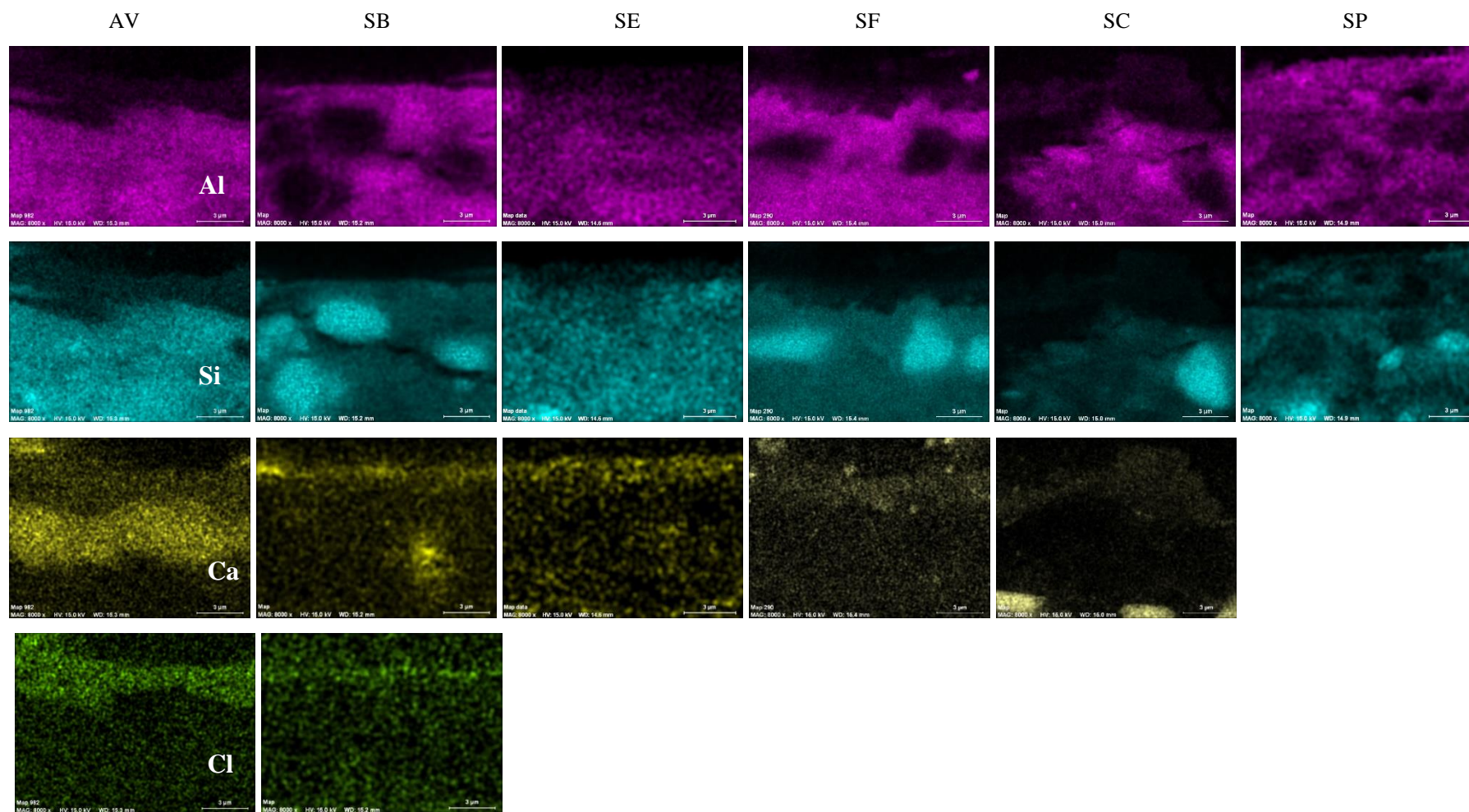


Figura 101b. Amostras AV, SB, SE, SF, SC e SP. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x).

Al: alumínio; Si: silício; Ca: cálcio; Cl: cloro.



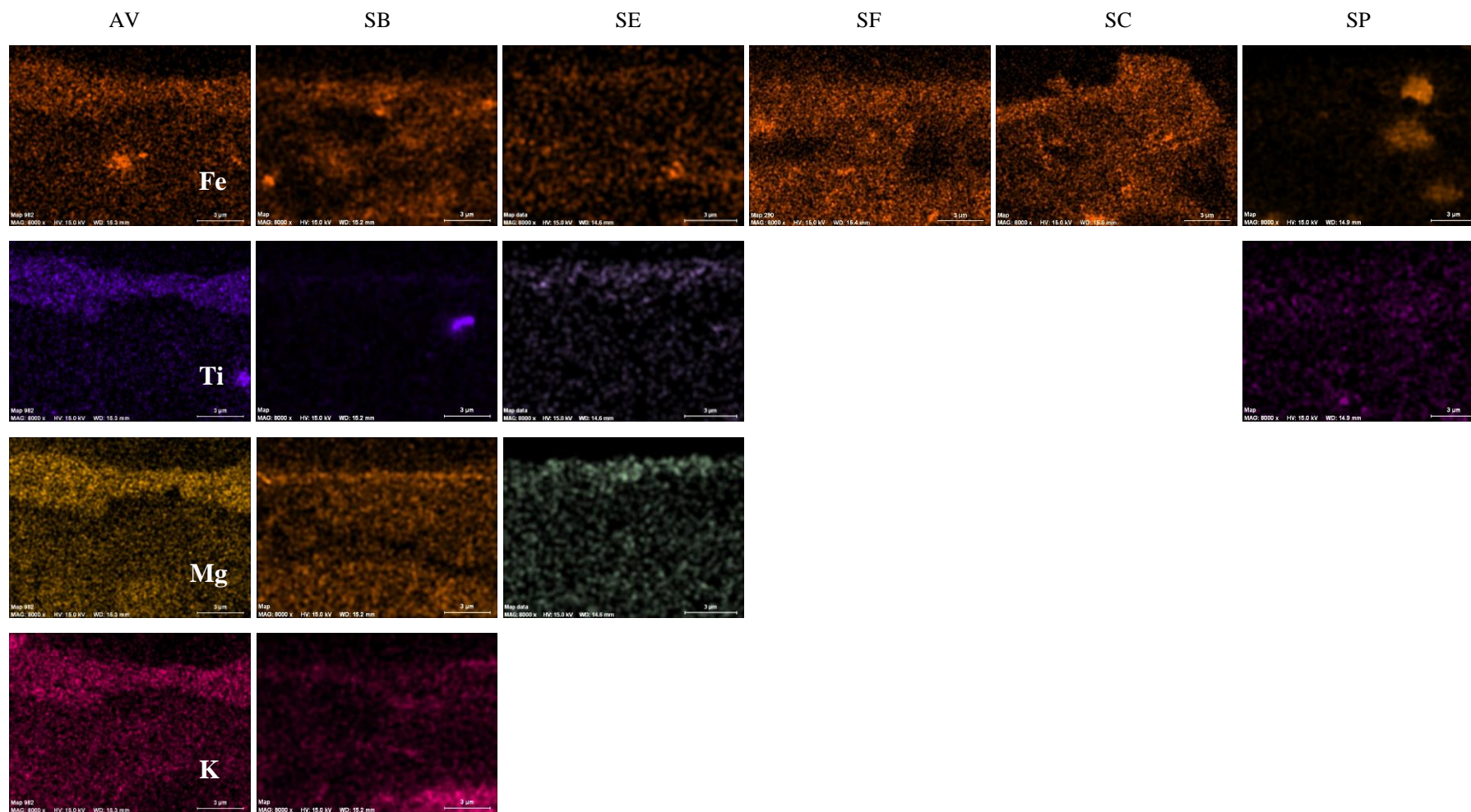


Figura 101c. Amostras AV, SB, SE, SF, SC e SP. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x).

Fe: ferro; Ti: titânio; Mg: magnésio; K: potássio.

A espessura da camada de bolo das amostras analisadas varia entre os 25 e os 150  $\mu\text{m}$  (Tabela 39).

Tabela 39. Espessura da camada de bolo.

Amostras	Gesso fino $\mu\text{m}$
AV	30 - 60
SB	90 - 150
SE	40 - 40
SF	35 - 55
SC	25 - 40
SP	60-90 - 30

A medição da espessura da folha de ouro por SEM não é viável, pois durante a recolha e polimento esta sofre fragmentação, enrolamento e/ou esfoliação – como se observa na imagem obtida (Figura 102). (Ver Capítulo 7, págs. 93-139, para mais imagens.)

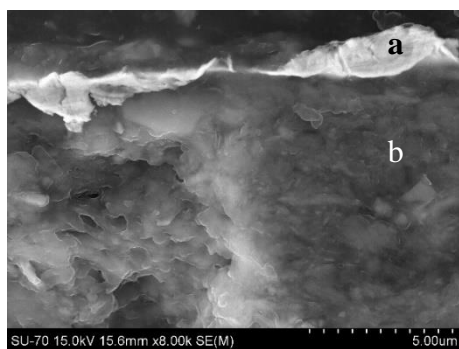


Figura 102. SF3.

SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico. Enrolamento da folha de ouro.  
a) Ouro; b) Bolo.

Não foi possível através de SEM examinar a superfície metálica em diversas amostras, pois em muitos dos retábulos o douramento encontra-se coberto por uma camada espessa de cera-resina (Figura 103). Este material interfere com a leitura e em alguns casos inviabiliza a análise devido à interacção com o feixe de electrões, que ao aquecer a superfície produz ligeiras ondulações, impossibilitando a obtenção de imagens nítidas e de semi-

quantificações rigorosas. Verificou-se ainda a deposição de material composto por partículas de diferentes morfologias e com diferentes graus de agregação (Figuras 104 e 105).

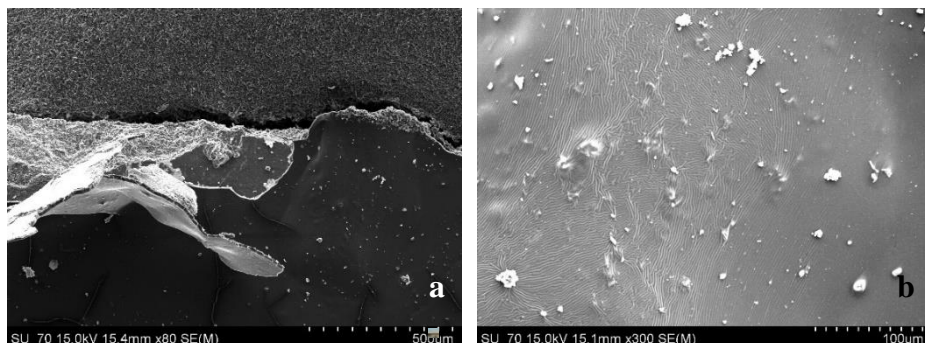
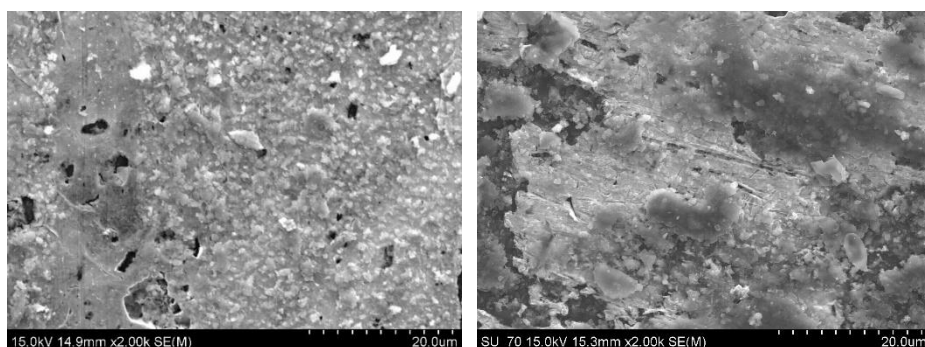


Figura 103. SC1.

SEM-EDS (80x, 300x). Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra.  
Camada de cera-resina.



Figuras 104 e 105. SC1. SE1.

SEM-EDS (2000x): Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra.  
Acumulação de materiais estranhos.

Em algumas das amostras e em áreas sem cera foi possível analisar aspectos relacionados com o douramento e a tecnologia de produção da folha de ouro. Na Figura 106 observam-se linhas de cor mais brilhante (maior densidade) resultantes do enrugamento da folha aquando da sua aplicação, o que originou ligeiras sobreposições.

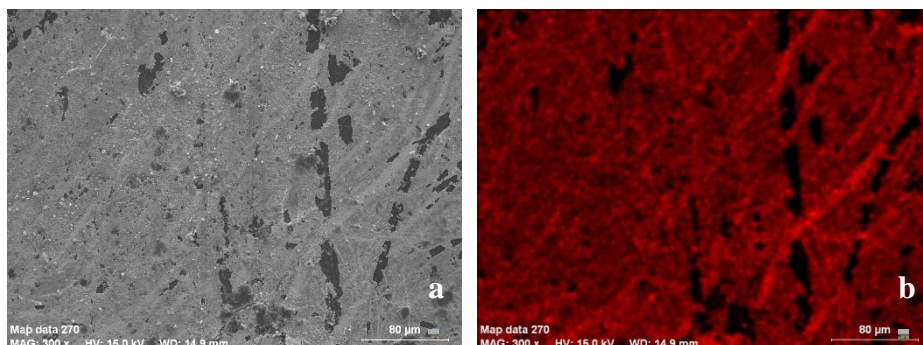
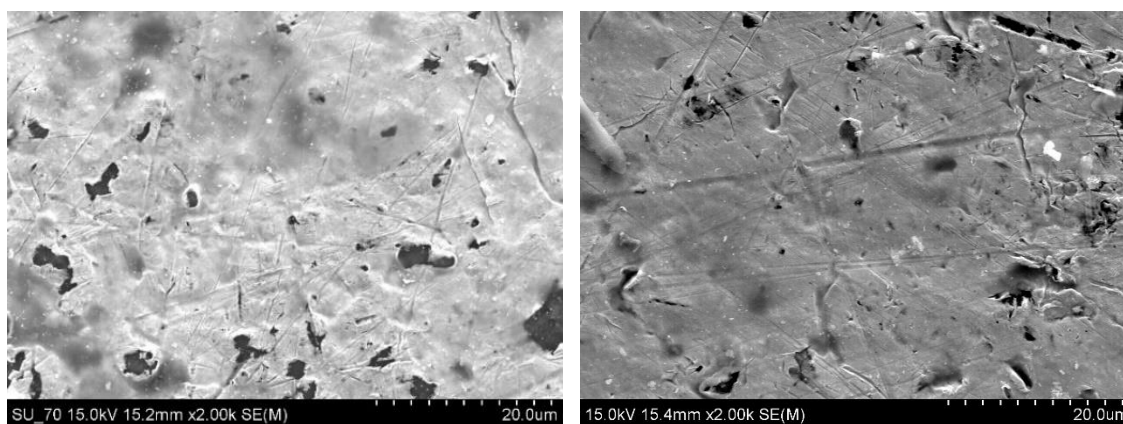


Figura 106. SB1.

SEM-EDS (300x). a) Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra; b) Mapeamento da superfície: distribuição do ouro.

Noutras amostras identificaram-se diversas marcas. Algumas destas incisões, nomeadamente a existência de várias linhas paralelas, estarão relacionadas com o processo de manufactura da folha, e poderão corresponder às diferentes passagens da lâmina numa prensa de rolos polidos (Figuras 107 e 108).



Figuras 107 e 108. SE3. SB2.

SEM-EDS (2000x): Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra. Marcas na superfície resultantes da prensagem da lâmina de ouro.

Nas amostras onde foi possível identificar as incisões, estas assumem diversas direcções, não se reconhecendo nenhum padrão ou marca específica. A excepção foi a amostra SC3 onde a maioria das linhas são paralelas (Figura 109).



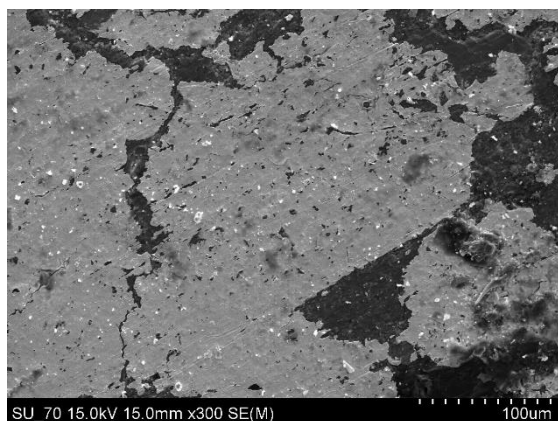


Figura 109. SC3.

SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra. Marcas na superfície resultantes da prensagem da lâmina de ouro.

As linhas escuras e claramente definidas da Figura 110 correspondem a rasgões da folha de ouro aquando da sua deposição. As linhas mais largas e de aspecto irregular resultam de desgaste com possível origem em processos de limpeza inadequados e/ou da aplicação de forma incorrecta e com objectos impróprios, de produtos de acabamento (Figura 109).

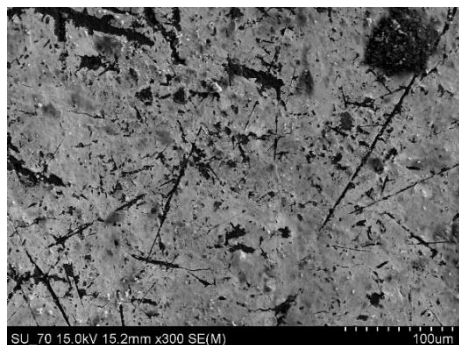


Figura 110. SE2.

SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra.

Folha de ouro: rasgões e desgaste.

A análise por EDS da folha de ouro permitiu estabelecer paralelismos entre as amostras, nomeadamente a existência de uma liga ternária de Au/Ag/Cu e a utilização de ouro de 22 quilates. As percentagens de Au variam entre 91,05 % (SC) e 93,63 % (SE), assinalando-se uma maior amplitude dos valores de Ag e Cu. Ag regista um máximo de 5,41 % em SC e um mínimo de 0,76 % em SP. SP possui a maior percentagem de Cu, enquanto as restantes apresentam valores mais aproximados, entre 3,00 e 4,78 % (Tabela 40).

Quando comparados os valores das amostras dos retábulos com o ouro comercial (Tabela 40), verifica-se que este é constituído por uma liga de Au, Pd, Cu e Al, não tendo sido identificada Ag na sua composição. Possui uma percentagem de Cu mais elevada, superior a 10 %, que poderá originar uma maior alteração da cor da folha, devido à susceptibilidade deste elemento a alterações químicas.

A análise da purpurina identificou a presença de Al, Zn e Cu, em que o Cu apresenta um valor médio de 80 % (Tabela 40). Apesar da adição de elementos considerados estabilizadores da oxidação, como o Al e o Zn, que evitam a formação de poros por evolução da fase gasosa durante a solidificação (Costa, 2008, 18), a sua percentagem não é suficiente para evitar a alteração do material. O Cu é susceptível a modificações por agentes externos, agravadas pela acção de agentes poluentes, resultando em variações cromáticas por formação de patinas (camadas de produtos de corrosão) de cor verde e preta. A ocorrência e intensidade está dependente da natureza da liga (composição, microestrutura e rugosidade), de factores termo-higrométricas e dos elementos existentes no ambiente, a sua concentração e composição. Estes factores são determinantes no tipo de transformações e na sua velocidade (Fontinha, 2008, 88).

A alteração da superfície das ligas de Cu começa com um rápido escurecimento devido à formação de uma camada de óxidos de Cu de cor castanha-avermelhada, que com o tempo adquire uma cor preta. As patines pretas são geralmente compostas por cuprite (óxido de Cu), produtos de deposição e vestígios de cloretos básicos de Cu (Fontinha, 2008, 88-89).

A formação de uma película de corrosão formada por óxidos de Cu ou carbonatos básicos, apesar de protectora, resulta na modificação da cor do material, tornando-o inadequado para utilização em conservação e restauro. Mais grave é a formação de sulfatos e cloretos de Cu, mais solúveis e menos aderentes, que poderão resultar na aceleração dos fenómenos de degradação.



Tabela 40. Folha de ouro, ouro comercial e purpurina – elementos majoritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Amostra	Quilates	Au %	Ag %	Cu %	
AV	22,14	92,24	4,76	3,00	
SB	22,35	93,11	2,11	4,78	
SE	22,47	93,63	2,74	3,62	
SF	21,90	91,24	4,45	4,31	
SC	21,85	91,05	5,41	3,54	
SP	21,98	91,58	0,76	7,67	
Média	22,12	92,14	3,37	4,49	
Desvio padrão	0,252	1,047	1,792	1,680	
Amostra	Quilates	Au %	Pd %	Cu %	Al %
Ouro comercial	20,73	86,39	1,38	10,20	2,02
Amostra	Quilates	Au %	Zn %	Cu %	Al %
Purpurina	----	---	18,34	80,43	1,23

A relação entre os diferentes elementos majoritários identificados na folha de ouro dos retábulos analisados encontra-se representada na Figura 111. Registam-se analogias na percentagem de Au em AV, SB e SE, e em SF, SC e SP. A relação de Ag origina três grupos distintos: AV, SF e SC; SB e SE, e SP; enquanto o Cu permite formar dois grupos, sendo um composto apenas por SP.

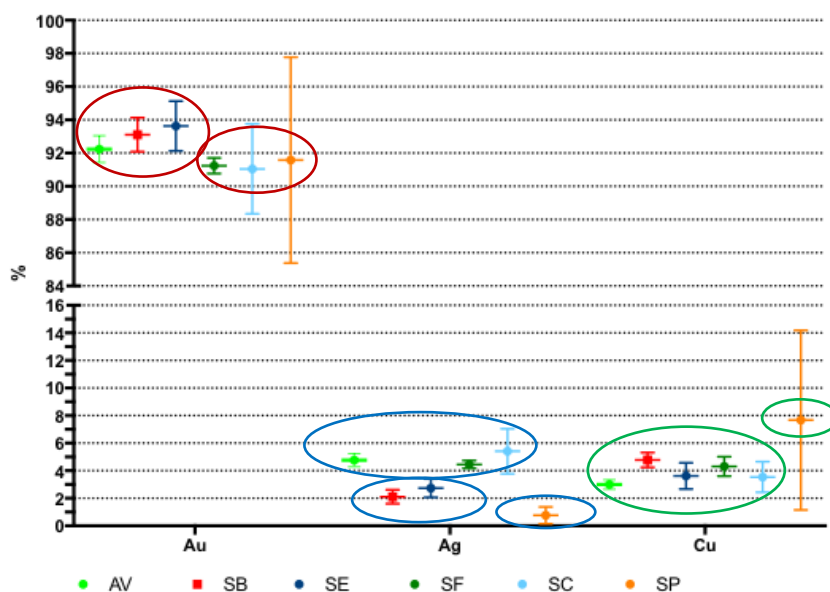


Figura 111. Conjunto das amostras. Folha de ouro: relação entre os elementos da liga ternária.

A relação Ag/Cu apresenta variações significativas, tornando-se uma característica diferenciadora entre as amostras (Tabela 41). Esta diferença é particularmente evidente em SP, onde a percentagem de Cu é 10 vezes superior à de Ag. Em SB a percentagem de Ag é menos de metade da de Cu.

Tabela 41. Relação Ag/Cu. (DP – Desvio Padrão).

Amostra	Ag		Cu		Ag/Cu
	%	DP	%	DP	
AV	4,76	0,475	3,00	0,328	1,59
SB	2,11	0,501	4,78	0,535	0,44
SE	2,74	0,675	3,62	0,946	0,76
SF	4,45	0,282	4,31	0,710	1,03
SC	5,41	1,635	3,54	1,109	1,53
SP	0,76	0,616	7,67	6,515	0,10

A relação Ag/Cu pode ser observada na Figura 112. A distribuição é evidente e distinguem-se três grupos com características comuns: no primeiro encontra-se SP; o segundo é composto por SB e SE, e o terceiro por AV, SF e SC.

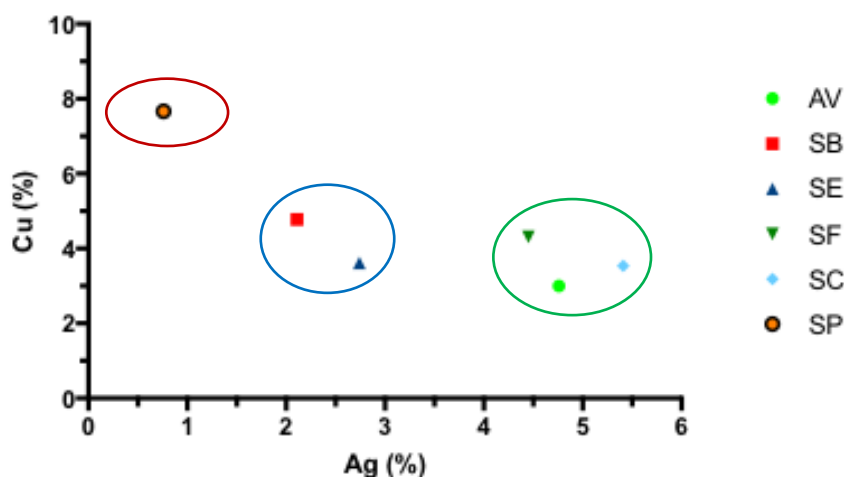


Figura 112. Conjunto das amostras. Folha de ouro: relação Ag/Cu.

SB e SE apresentam maiores semelhanças elementares, enquanto SP surge muitas vezes isolado, possuindo características claramente distintivas das diferentes amostras.

Através de SEM-EDS foi possível identificar e semi-quantificar os elementos maioritários, no entanto a concentração de elementos traço encontra-se abaixo dos limites de detecção, sendo que a sua determinação e identificação coloca diversas questões relacionadas com a interpretação dos picos espectrais (Bidarra et al, 2009). A proximidade de várias linhas, nomeadamente Au e Pt ou Ag e Pd, pode originar a sobreposição dos picos (Goldstein, 1975). A semiquantificação dos elementos minoritários é ainda restringida por factores como o ruído de fundo – sempre presente - e a matriz, entre outros (Bidarra et al, 2010).

A detecção dos elementos minoritários foi efectuada por ICP-MS, uma das poucas técnicas que permite analisar amostras com concentrações elementares inferiores a 1 ppm para quase todos os elementos da Tabela Periódica, sendo ainda possível identificar valores ultratraço (Constantinescu, 2005) (Guerra, 2004a) (Guerra et al, 2004b) (Guerra, 2008a).

Como referido nos procedimentos experimentais, foi necessário sujeitar as amostras a dois métodos de dissolução distintos; foram feitas medições das concentrações dos diferentes elementos e os resultados obtidos, apresentados na Tabela 42, correspondem à soma das leituras nas duas soluções.

Para além dos elementos já identificados por SEM-EDS - Au, Ag, Cu, Fe e Ti -, foram detectados Cr, Ga, Hg, Pb, Pd, Pt, Sn e Zn; destes últimos, apenas o Pb e a Pt estão presentes em todas as amostras.

Algumas das amostras apresentam concentrações muito reduzidas de certos elementos, encontrando-se os valores muito próximos dos limites de detecção (DL), como o Pd em AV e SE, a Pt em SC e o Sn em AV, SB e SF.

Apenas em SC não se identificaram Hg, Pd, Sn e Zn. O Cr foi detectado em SB, e o Ga em SB e SE. Somente no ouro comercial foi assinalado Ir; esta amostra apresenta uma concentração de Pd superior.

Registam-se elevadas percentagens de Fe em todas as amostras recolhidas, que em SB e SF possuem valores superiores aos do Au, atingindo quase 50 % do total. Como verificado por SEM-EDS o Fe é uma contribuição maioritária do bolo, estando ainda presente na camada de preparação e na folha de ouro (Figuras 115 e 116). A presença de Fe na folha de ouro, ainda que em menor percentagem, terá a sua origem no contexto geológico, podendo estar associado a depósitos de Fe-Au (Guerra, 2003) (Cabral, 2015) (Ribeiro-Rodrigues, 2007) (Oliveira, 2017).

O Au, a Ag e o Cu são contribuições da folha de ouro, resultando tanto de processos de adição (durante a produção) como do ouro nativo. O Cr, o Ga, o Pd, a Pt e o Sn, têm a sua origem apenas neste último e são potenciais indicadores da sua origem geológica.

O ouro nativo é essencialmente uma liga de Au e Ag, onde a Ag pode atingir 40 %, o Cu 1,0 % e o Fe 5,0 % (Guerra, 2003, 1527). Dependendo da sua origem geológica, encontram-se associados outros elementos como elementos do grupo da platina (PGE – Platinum Group Elements) e o Sn (Guerra, 2003) (Guerra, 2008a).

O Pb e o Hg estarão relacionados com a técnica de douramento, sendo vários os tratados que referem a utilização de aditivos na preparação do bolo, nomeadamente de vermelho de chumbo ( $Pb_3O_4$ ) e vermelhão (HgS) (LeGac, 2009, 258-263). O Hg poderá estar também associado, em percentagem indefinida, ao processo de extracção (purificação do minério) e preparação do ouro (transformação em barra, folha ou pó) (Agricola, 1556) (Barcelos, 2013) (Barcelos, 2016) (Costa et al, 2002) (Martins, 2008).

O Zn terá a sua origem na camada de preparação e na folha de ouro. A mesma interpretação poderá ser aplicada ao Ti, embora neste caso como contribuição do bolo e da folha.

Apenas se identificou Cr em SB, e Ga em SB e SE.

Não foram detectados Ru, Sb e Te nas amostras.

Tabela 42. ICP-MS: análise elementar e percentagem na amostra.

Amostra	AV		SB		SE		SF		SC		Ouro comercial		
Elemento	ppb	% na amostra	ppb	% na amostra	ppb	% na amostra	ppb	% na amostra	ppb	% na amostra	ppb	% na amostra	DL
Ag	213,63	3,28	131,80	0,93	126,66	1,77	58,95	1,42	87,03	3,72	---	---	0,05
Au	4.505,07	69,19	6.360,00	44,79	3.700,51	51,70	1.504,82	36,19	1.648,33	70,37	31.099,13	90,15	0,05
Cr	---	---	7,02	0,05	---	---	---	---	---	---	---	---	5,0
Cu	103,97	1,60	177,88	1,25	79,26	1,11	44,35	1,07	33,23	1,42	700,60	2,03	0,5
Fe	1.546,80	23,76	6.995,30	49,27	3.102,60	43,34	2.021,20	48,61	561,90	23,99	54,27	0,16	50
Ga	---	---	1,36	0,01	0,61	0,01	---	---	---	---	---	---	0,5
Hg	34,93	0,54	172,96	1,22	31,76	0,44	6,98	0,17	---	---	---	---	5,0
Ir	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,04	0,0001	0,01
Pb	68,45	1,05	277,58	1,95	75,83	1,06	150,68	3,62	9,44	0,40	---	---	5,0
Pd	0,52	0,01	7,65	0,05	0,68	0,01	1,13	0,03	---	---	2.569,80	7,45	0,5
Pt	0,16	0,002	0,25	0,002	0,13	0,002	0,15	0,004	0,07	0,003	---	---	0,05
Ru	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,05
Sb	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1,0
Sn	1,19	0,02	1,15	0,01	3,00	0,04	1,04	0,03	---	---	---	---	1,0
Te	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1,0
Ti	10,58	0,16	42,01	0,30	19,46	0,27	10,33	0,25	2,45	0,10	2,41	0,01	0,25
Zn	25,85	0,40	23,48	0,17	17,45	0,24	358,51	8,62	---		72,43	0,21	10

Os diferentes elementos presentes na folha, nomeadamente os elementos traço e ultra-traço associados ao ouro nativo, permitem observar diversas singularidades.

As relações Pd/Pt e Pd/Pt/Sn apresentam características muito específicas, evidenciando as dissemelhanças entre a folha de ouro das diferentes amostras.

Com excepção de SC onde apenas foi detectada Pt, verifica-se que a associação Pd/Pt exhibe uma maior concentração de Pd, com percentagens que variam entre os 76,47 e os 96,84 % (Tabela 43) (Figura 113).

Tabela 43. Relação Pd/Pt.

Amostra	Pd %	Pt %	Pd/Pt
AV	76,47	23,53	3,25
SB	96,84	3,16	30,60
SE	83,95	16,05	5,23
SF	88,28	11,72	7,53
SC	0,00	100,00	0,00

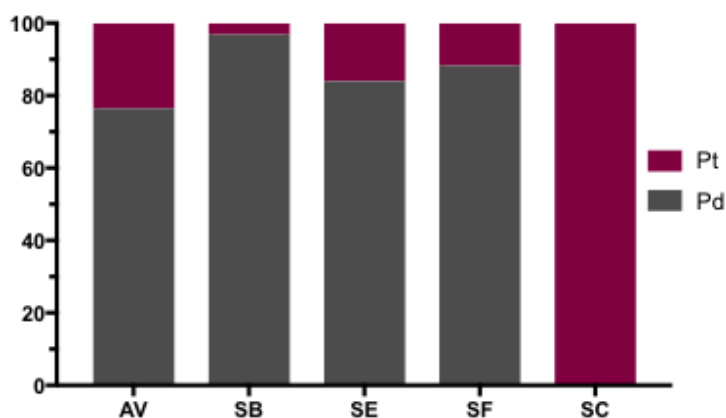


Figura 113. Conjunto das amostras. Folha de ouro: relação Pd/Pt.

Analisando a associação Pd/Pt/Sn, verifica-se que nas amostras AV e SE, a percentagem de Sn é superior à de Pd, em SF os valores são aproximados e em SB, Pd é superior. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 44 e na Figura 114.

Tabela 44. Relação Pd/Pt/Sn.

Amostra	Pd %	Pt %	Sn %
AV	27,81	8,56	63,64
SB	84,53	2,76	12,71
SE	17,85	3,41	78,74
SF	48,71	6,47	44,83
SC	0,00	100,00	0,00

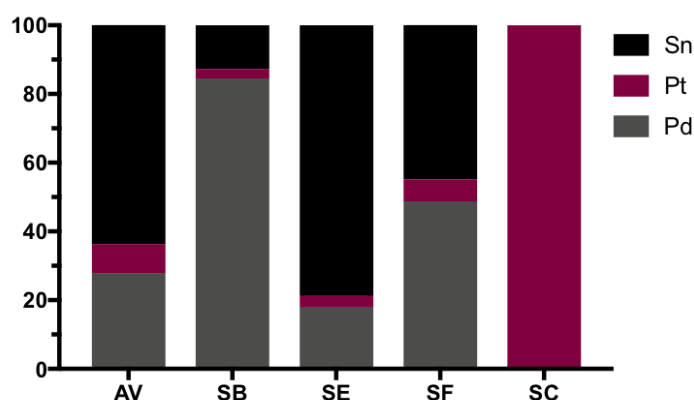


Figura 114. Conjunto das amostras. Folha de ouro: relação Pd/Pt/Sn.

Quando comparados os resultados por SEM-EDS e ICP-MS dos elementos maioritários presentes na folha de ouro (Tabela 45), verifica-se que o Au apresenta uma percentagem superior quando analisado por ICP-MS, reflectindo-se numa maior quilatagem. As diferenças variam entre um mínimo de 1,1 % (SE) e um máximo de 2,34 % (SF), que correspondem a uma disparidade de quilates entre 0,26 e 0,56.

Com excepção da Ag em SE, os valores de Ag e Cu, são sempre inferiores quando analisados por ICP-MS. A Ag não mostra variações significativas e apenas SF ultrapassa o meio ponto percentual. As leituras do Cu reflectem maior diferença: entre 0,84 (AV) e 2,11 % (SB).

Os resultados do ouro comercial confirmam a tendência para leituras por ICP-MS superiores para o Au e inferiores para o Cu, quando comparadas com as leituras por SEM-EDS. Os valores obtidos nas duas técnicas são os que apresentam maiores disparidades. O Au e o Cu têm diferenças de 4,09 % e 8,16 %, respectivamente, que se reflecte em quase um quilate de diferença entre as duas leituras. A análise por ICP-MS está mais perto dos 22 quilates referidos pelo fabricante.

O facto dos resultados obtidos não serem totalmente concordantes, poderá ser explicado pela forma de preparação e técnicas utilizadas. Enquanto a análise por EDS é não destrutiva e é

analisada uma área micrométrica, a análise por ICP-MS implica a destruição da amostra, sendo superior a amostragem. Dado que as amostras não são homogêneas, os resultados não serão totalmente semelhantes uma vez que correspondem a diferentes pontos analisados.

Tabela 45. Folha de ouro. Resultados obtidos por SEM-EDS e ICP-MS.

Amostra	Au		Ag		Cu		Quilates	
	SEM-EDS	ICP-MS	SEM-EDS	ICP-MS	SEM-EDS	ICP-MS	SEM-EDS	ICP-MS
AV	92,24	93,41	4,76	4,43	3,00	2,16	22,14	22,42
SB	93,11	95,36	2,11	1,98	4,78	2,67	22,35	22,89
SE	93,63	94,73	2,74	3,24	3,62	2,03	22,47	22,73
SF	91,24	93,58	4,45	3,67	4,31	2,76	21,90	22,46
SC	91,05	93,20	5,41	4,92	3,54	1,88	21,85	22,37
SP	91,58	---	0,76	---	7,67	---	21,98	---
Ouro comercial	86,39	90,48	---	---	10,20	2,04	20,73	21,72

Uma amostra proveniente do retábulo-mor da igreja de Jesus em Aveiro (AV) e duas amostras do retábulo-mor da Sé do Porto (SE) foram analisadas por SR- $\mu$ XRF. Os exames efectuaram-se em dois laboratórios distintos: AV, no BAM Federal Institute for Materials Research and Testing, em Berlim (Alemanha) e SE, no ESRF - European Synchrotron Radiation Facility em Grenoble (França).

Em AV a aplicação de SR- $\mu$ XRF permitiu identificar na folha de ouro a presença de Au, Cu e Fe, Fe no bolo, e na camada de preparação, Fe e Ca (Figura 115).

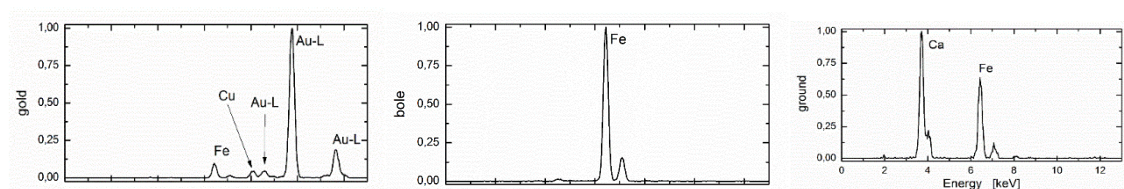


Figura 115. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro).

Amostra 1. Espectro SR- $\mu$ XRF da folha de ouro, bolo e preparação.

Inicialmente a Ag não foi detectada devido à baixa energia (12 keV) do feixe primário, que não é suficiente para provocar as transições da série K. A detecção através da série L não constitui uma alternativa pois as linhas L da Ag sobrepõem-se às linhas K do Ar no ar, e a



eficiência de detecção destas é reduzida (Guerra et al, 2008b) (Radkte, 2016). Da mesma forma, a identificação da Pt torna-se particularmente complexa, pois a sua detecção só poderá ser feita excitando a amostra com energia superior à energia das transições da série L da Pt, mas inferior à energia das transições L do Au (Radkte et al, 2016).

Como as camadas de bolo e preparação são compostas por elementos de baixo número atómico, não detectados nas condições de trabalho, apenas se identificou a presença de Fe e Ca (Chadwick et al, 2012).

De forma a ser possível uma caracterização mais precisa da folha foi efectuado um conjunto de 11 linhas de varrimento linear com uma resolução de 1  $\mu\text{m}$  e equidistantes 50  $\mu\text{m}$ . Os resultados obtidos através do varrimento da amostra permitem traçar os perfis dos principais elementos, assim como os limites das camadas. No ponto analisado a folha de ouro tem uma espessura de 2  $\mu\text{m}$  e o bolo uma espessura de 50  $\mu\text{m}$ .

A detecção da Ag e do Sn, só foi possível utilizando uma energia de excitação superior - 30 keV (Guerra et al, 2008b) (Radkte et al, 2016). Identificaram-se ainda Zr e Pb; enquanto o primeiro é uma contribuição do colimador, o Pb é uma contribuição tanto do colimador como da amostra (Figura 116).

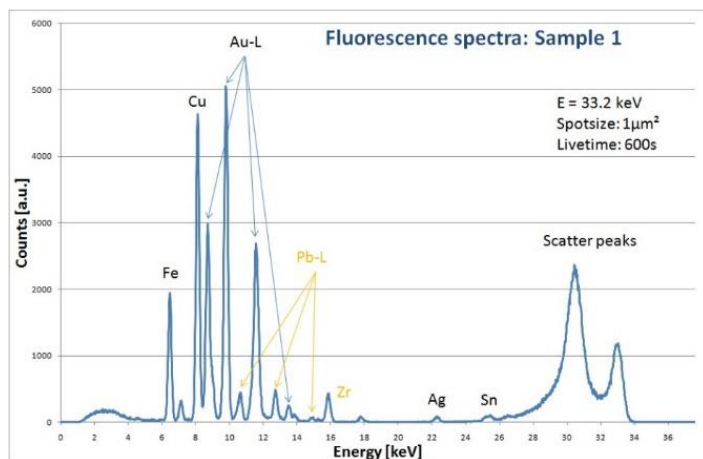


Figura 116. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostra 1. Espectro SR- $\mu$ XRF (30 keV).

O cruzamento destes resultados com os de SEM-EDS e de ICP-MS confirmou a presença na folha de ouro de Au, Cu, Fe e Sn, Fe e Pb no bolo, e Ca e Fe na preparação. A identificação de Sn na folha é um dado importante, pois a concentração analisada por ICP-MS é de apenas 1,19 ppb, valor pouco superior ao limite de detecção deste elemento (1,00 ppb).

A análise das amostras SE por SR- $\mu$ XRF, também identificou elementos já detectados por SEM-EDS e ICP-MS, contribuições da folha de ouro, do bolo e da preparação: Au, Ag, Cu, Sn, Al, Si, S, K e Ca. Identificou-se ainda a presença de Sb, não detectado anteriormente (Figura 117).

Também neste caso, com as condições de operação existentes, não foi possível identificar a presença de Pt e Pd (Guerra et al, 2008b) (Radkte, 2016).

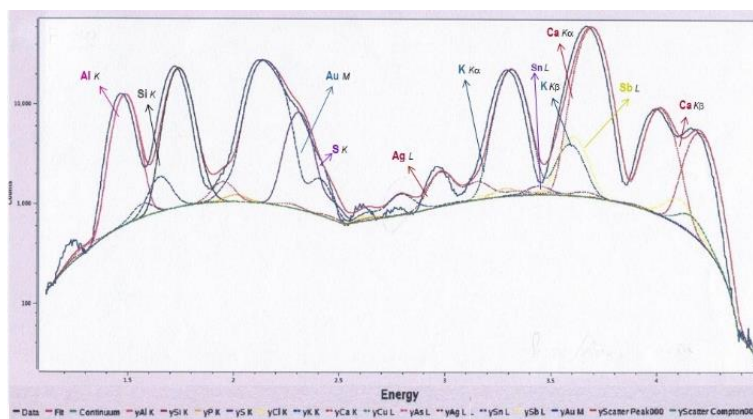


Figura 117. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostra 2. Espectro SR- $\mu$ XRF.

Foi analisada a homogeneidade material em dois pontos da mesma amostra e entre as duas amostras, tendo sido verificada uma elevada correspondência entre os espectros obtidos. Quando analisados os espectros das duas amostras, observa-se que a razão Au/Ag é semelhante, e que a Amostra 1 possui uma concentração de Sn superior (Figura 118).

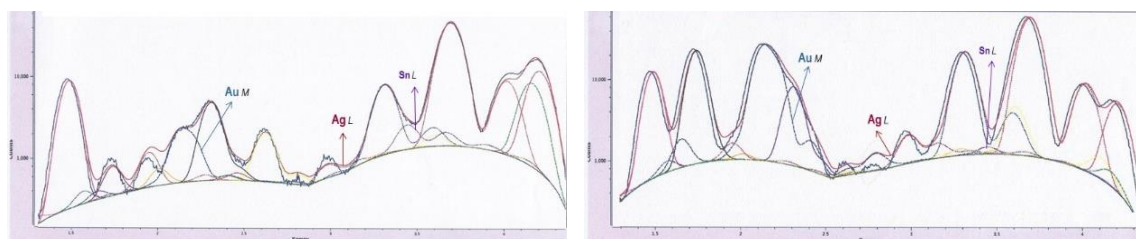


Figura 118. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostras 1 e 2. Espectros SR- $\mu$ XRF.

Os resultados obtidos por SR- $\mu$ XRF nos dois equipamentos identificaram alguns dos elementos já detectados por SEM-EDS e ICP-MS, nomeadamente a presença de Sn.

No sincrotrão BESSY foi ainda possível traçar o perfil dos principais elementos e definir a espessura da folha de ouro (2  $\mu$ m) e do bolo (50  $\mu$ m), na extensão do varrimento. As leituras

no sincrotrão ESRF mostraram a homogeneidade material dentro da mesma amostra e entre amostras. Identificou-se ainda a presença de Sb, que não tinha sido detectado por ICP-MS. A proximidade das energias de transição L do Pd (2,84 e 2,99 keV) e da Ag (2,98 e 3,15 keV), e da Pt (9,44 e 11,07 keV) e do Au (9,71 e 11,44 keV), tornam difícil a identificação do Pd e da Pt. Os espaçamentos muito reduzidos obrigam a que os intervalos de energia de transição sejam muito limitados. Mais recentemente esta questão tem sido em parte superada com a utilização de fluorescência de raios X com dupla dispersão em energia (D<sup>2</sup>XRF). A D<sup>2</sup>XRF permite melhorar os limites de detecção (DL) de elementos traço existentes numa mesma matriz e com energias de transição adjacentes. Foi criado um equipamento para operar na BAMline do sincrotrão BESSY II, com um sistema baseado na combinação de um detector de cristal com uma energia de contagem de um fóton em pnCCD. Sem a utilização de mais colimadores, a eficiência da supressão do ruído por pnCCD e a elevada resolução dos valores de energia do detector, resultam na melhoria dos DL. Este sistema foi aplicado à detecção da Pt em folha de ouro, com um DL de 900 ppb (Radtke et al, 2016) (Tissot et al, 2015). A utilização de D<sup>2</sup>XRF demonstrou eficácia na identificação de outros elementos traço, como o Zn, adjacentes aos elementos maioritários (Radtke et al, 2016, 59). O potencial de aplicação desta técnica é elevado, apesar de ainda não ser possível utilizá-la no caso das amostras em estudo, devido ao DL ser superior às concentrações existentes nas amostras. A identificação do Pd continua a ser uma questão em aberto.



## 8.2. Ouro e relações de proveniência.

A determinação da proveniência dos metais e ligas metálicas apresenta diversas dificuldades. O grau de processamento necessário à manufactura do objecto está inversamente relacionado com a possibilidade de se encontrar uma correspondência entre este e a matéria-prima, tornando o estabelecimento de relações de proveniência idealmente indicado para o metal puro, sem ligas e de apenas uma origem geológica (Iyer, 1999) (Guerra, 2003) (Guerra, 2004a, 2004b) (Guerra, 2008a) (Guerra et al, 2008b).

A metalogenia do ouro encontra-se interligada às diferentes formações geotectónicas e, dada a sua inércia química, o ouro ocorre fundamentalmente no estado nativo. Seja qual for a sua formação, encontra-se em filões associado com quartzo, calcite, alunite, outros minerais secundários e vários sulfuretos: pirite, galena, calcopirite, esfarelite, arsenopirite, tetraedrite e pirrotite (Martins, 2008). O ouro metálico encontra-se em pequenas quantidades no interior da estrutura dos sulfuretos, existindo uma tendência para formar ligas com outros metais, como a Ag, o Cu, o Fe, o Bi e o Sn, e com os metais do grupo da platina (PGE – Platinum Group Elements: Ni, Os, Ru, Rh, Ir, Pd e Pt) (Martins, 2008) (Guerra, 2003, 2008a).

O mais comum é a ocorrência de ligas com a prata, em proporções variáveis, razão pela qual um jazigo aurífero poderá ser também argentífero e vice-versa. O teor de ouro e dos restantes minérios a ele associados variam consoante o tipo de jazigo, o qual pode ser primário ou secundário (aluvionar). Este último pode estar relacionado com as bacias hidrográficas e com a desagregação dos jazigos primários (Martins, 2008). O ouro extraído do quartzo aurífero ou em depósitos aluviais era obtido na forma de pó, grãos ou pepitas, sendo posteriormente fundido e refinado (Guerra, 2008a).

A metalurgia do ouro e a sua extracção sofreu evoluções ao longo do tempo e contemplava processos físico-químicos como martelagem a frio, recozimento, fundição, transformações pirometalúrgicas, fragmentação (ou britagem), desgrossoamento, apuramento de concentrados primários e afinação ou purificação do metal (Martins, 2008, 7).

Após a extracção, o minério precisa de ser devidamente tratado antes de ser trabalhado, para remoção das impurezas a que se encontra associado em maior ou menor concentração. Agricola, no século XVI, refere: “Alguns povos constroem uma máquina que ao mesmo tempo mói, limpa e lava o minério de ouro e mistura o ouro com mercúrio. A máquina tem uma roda hidráulica” (Agricola, 1556, 295). Este tratamento podia ser efectuado, numa

primeira fase, perto do local de mineração. Depois do tratamento mecânico (britagem) procedia-se à separação gravítica por decantação (Martins, 2008).

A análise elementar e a determinação dos elementos minoritários e traço típicos da origem (depósitos primários ou secundários) ou da proveniência (localização do depósito) permitem obter informações necessárias à sua tipificação (Guerra, 2003) (Guerra, 2004a) (Guerra, 2004b) (Guerra, 2008a) (Guerra, 2008b) (Martins, 2008). Embora possam existir variações significativas de composição dentro de um mesmo depósito, os padrões de associação inter-elementar permanecem constantes.

Elementos geologicamente associados a um depósito são os elementos do grupo da platina; estes metais possuem elevados pontos de fusão e ebulição, pelo que não são removidos aquando dos processos de refinação (Guerra, 2003) (Constantinescu, 2005). Como tal, a concentração destes elementos, característicos do metal e da sua proveniência, pode apontar para uma origem geológica: Pt e Pd em depósitos da América do Sul (Brasil, Peru e Colômbia - estes com valores mais elevados de Pt); Pt, do Leste da Europa (peças mais recentes); Pd, Sn, Sb e elementos do grupo do telúrio, da Índia (após o século XVI) (Guerra et al, 2004b, 2008b).

A análise de lingotes produzidos no Brasil nos séculos XVIII e XIX revelou concentrações elevadas de Pd, e em menor quantidade de Pt, podendo o Pd atingir valores 10 a 100 vezes superiores (Guerra, 2003, 1532).

A presença de Sn em ouro antigo é um dos critérios para classificar a origem aluvionar do metal (Radtke et al, 2016) (Guerra 2008a).

A inexistência de uma base de dados do perfil elementar dos depósitos (muitas das fontes geológicas do passado são de origem desconhecida), as variações geológicas e a dificuldade de se conseguir uma análise precisa dos elementos-traço, tornam a definição do contexto geológico uma tarefa difícil (Guerra et al, 1999) (Guerra, 2003) (Guerra, 2004a) (Guerra et al, 2008b).

Os diferentes processos de purificação do ouro constituem outra barreira à definição do perfil geológico do metal devido à introdução de novos elementos. A copelação (processo termoquímico) envolve temperaturas elevadas e substâncias redutoras, oxidantes e fundentes (carbonato de sódio e/ou bórax, Pb e carvão), separa o Au e a Ag de outros metais como o Cu e o Fe (Guerra, 2003) (Martins, 2008). A separação da Ag e do Au efectua-se por adição de sais ácidos, como cloretos e sulfatos (Guerra, 2003, 1527). Utilizava-se ainda uma

amálgama de osso moído com cal e água ou com mercúrio. Outros processos envolviam o uso de sal e materiais orgânicos ou uma amálgama e um componente de enxofre (sulfato de antimónio e carvão) (Martins, 2008, 75-76).

Deverá ser ainda considerado, no caso específico do ouro do Brasil, o facto de o ouro só poder circular legalmente após a sua passagem nas Casas de Fundição e da Moeda (implantadas em meados do século XVII), onde o metal era reduzido e transformado em barras ou moedas. Indispensável a este processo era o solimão, uma mistura de mercúrio, salitre e ácido sulfúrico, utilizado na fundição do ouro para libertação das impurezas (Barcelos, 2013) (Barcelos, 2016).

No caso particular da folha de ouro, a evolução da tecnologia de processamento é outro obstáculo, pois a adição de metais para melhorar a sua trabalhabilidade, reduzir custos ou alterar a cor, contribuem para a perda de informação fornecida pelos elementos-traço. Colaboram ainda para esta dificuldade, o comércio, a pilhagem e a refusão do metal, tornando a determinação da origem praticamente impossível (Guerra et al, 1999).

Um outro obstáculo relativo à determinação da proveniência está relacionado com as próprias amostras, não só com a quantidade de material necessário para os exames, como com a sua tipologia – são amostras complexas, compostas por diferentes camadas, de diferentes materiais. É necessário ter ainda em linha de conta que os retábulos analisados são obras de arte classificadas e, apesar de ter sido possível efectuar a recolha de amostras, estas estão limitadas quanto à área de recolha, quantidade e dimensão (aproximadamente 1 mm<sup>2</sup> de superfície).

A caracterização do ouro pode ser efectuada por dois métodos: através da determinação das concentrações de elementos-traço específicos ou através da relação isotópica do Pb (Guerra, 2003, 1528), esta última baseada na espectrometria de massa por ionização térmica (TIMS). No entanto, este processo não se aplica ao objecto em estudo, pois o Pb está ausente da maior parte do ouro antigo (Guerra, 2003, 1528) e tal como foi referido anteriormente, o Pb identificado estará relacionado com a técnica de douramento, sendo vários os tratados que referem a utilização de aditivos na preparação do bolo, nomeadamente de vermelho de chumbo (Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) (LeGac, 2009, 258-263).

A identificação por ICP-MS de Pd e Pt nas amostras estudadas indicia uma origem geológica em depósitos da América do Sul (Colômbia, Brasil ou Peru). Considerando que o Brasil à época do douramento dos retábulos (1722-1747) era uma colónia portuguesa e o maior

fornecedor de ouro a nível mundial, e dada a dimensão e relevância das empreitadas, os resultados obtidos sugerem a utilização de ouro de origem brasileira.

Nesta análise surgem como elementos divergentes os resultados obtidos para SC, onde apenas se identificou Pt e em concentrações muito reduzidas. Foi também a única amostra onde não se detectou Sn. O facto de ser o retábulo dourado mais tardiamente (1747) poderia justificar estas diferenças, no entanto a diminuição das remessas de ouro do Brasil apenas ocorreu em finais do século XVIII. Apesar de ter sido detectada Pt, os valores obtidos e o contexto histórico, não permitem atribuir a proveniência do ouro a um depósito Colombiano. O facto de não ter sido identificada a presença de Sn poderá apontar uma origem geológica distinta da do ouro utilizado nos restantes retábulos, nomeadamente num jazigo primário. À não identificação destes elementos soma-se o facto de não ter sido detectado Hg.

Este aspecto poderá ser justificado através de duas interpretações distintas mas complementares. A primeira relacionada com a origem geológica do metal, dado que poderão ter sido utilizados diferentes métodos para a purificação que não incluíssem a utilização de Hg, o que estará relacionado com a forma de extracção e com o grau de pureza. A segunda justificação deve-se à técnica de douramento, nomeadamente à não adição de vermelhão (HgS) no bolo.

Não é possível interpretar de forma decisiva os resultados obtidos para SC, no entanto, tanto este caso como os restantes, apresentam características únicas, claramente distintivas entre si.



**9.**

## **CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO**



## 9. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO.

### 9.1. Conclusões.

A aplicação de uma abordagem multianalítica e o conhecimento das vantagens e desvantagens de cada método permitiram a análise rigorosa da folha de ouro e a caracterização da técnica de douramento, nos diferentes retábulos estudados.

Através da combinação de OM e SEM, observou-se um douramento a água com três camadas claramente distintas – ouro, bolo e preparação – sem vestígios de redouramento. A utilização de SEM-EDS permitiu definir o correspondente perfil elementar: Au, Cu e Ag na folha de ouro (liga ternária de aproximadamente 22 quilates); Si, Al e Fe no bolo; e S e Ca na preparação.

Os elementos que se encontram em concentrações muito reduzidas, como o Cr, o Pd, a Pt e o Sn, foram identificados por ICP-MS, assim como o Pb e o Hg que, apesar de presentes em maiores concentrações, não foram reconhecidos por SEM-EDS. O Pb e o Hg estarão relacionados com a técnica de douramento, pois são vários os tratados que referem a utilização de aditivos na preparação do bolo, nomeadamente vermelho de chumbo ( $Pb_3O_4$ ) e vermelhão (HgS). O Hg poderá ser ainda uma contribuição resultante do processo de preparação do ouro, onde o mercúrio era utilizado para purificar o minério.

Através de SR- $\mu$ XRF, aplicada às amostras de Aveiro e da Sé do Porto, confirmou-se a presença de Sn – já identificado por ICP-MS – e Sb, este apenas nas amostras da Sé do Porto. Foi ainda possível definir com exactidão a espessura da folha de ouro e do bolo nas amostras de Aveiro. A utilização de SR- $\mu$ XRF revelou limitações na identificação de Pd e Pt, devido aos reduzidos intervalos de energia de transição entre estes elementos e a Ag e o Au, respectivamente.

Neste estudo surgem como nota dissonante, mas fortemente caracterizadora, os resultados obtidos para o retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto). Na análise por ICP-MS os valores de Pt apresentam concentrações muito reduzidas e não foram detectados Sn e Hg. A não identificação destes elementos poderá estar relacionada com a origem do ouro, - jazigo primário -, podendo ainda estar associada à técnica de purificação do metal.

Tendo em consideração os resultados laboratoriais que apontam para uma origem geológica em depósitos da América do Sul, e as fontes históricas, - o Brasil, à época do douramento dos retábulos era o maior fornecedor de ouro e uma colónia portuguesa -, sugere-se que o ouro utilizado nos retábulos será de origem brasileira.

Registam-se as limitações encontradas ao longo do trabalho, muitas das quais relacionadas com o tipo de material analisado, a sua complexidade e reduzida quantidade. A folha de ouro integra-se numa estratigrafia composta por diferentes materiais, sendo a matéria presente em menor porção. O número e a dimensão das amostras recolhidas está ainda fortemente limitado pela categorização das obras, todas elas património classificado.

Apesar de não ter sido possível definir com exactidão a origem geológica do metal, - tanto por desconhecimento das fontes originais como pela sua alteração durante a extracção e processamento -, foi possível estabelecer um perfil específico e claramente distintivo para o ouro utilizado nos retábulos.

A análise dos resultados obtidos, juntamente com a informação fornecida pela História e a História da Arte, permitem uma aproximação não quanto à origem do metal, mas entre o metal aplicado nas diferentes obras.

A relação Pd/Pt e Pd/Pt/Sn, promove uma tipificação mais próxima do fornecedor; mais especificamente, poderá relacionar fornecedores e/ou douradores, determinando características comuns entre as produções retabulares.

A criação de um perfil do ouro utilizado nos retábulos, através de um protocolo estruturado e preciso, poderá ser uma mais-valia na definição de novas aproximações históricas, estilísticas e tecnológicas, revelando semelhanças até agora desconhecidas. Em última análise, essa criação será um factor importante para a conservação e restauro. A identificação das características do ouro e das técnicas utilizadas permitirá estabelecer, com maior exactidão, qual a melhor metodologia de intervenção, tendo por base o conhecimento material e tecnológico da obra de arte.

## 9.2. Perspectivas de desenvolvimento.

São várias as hipóteses que se colocam baseadas no trabalho desenvolvido. Estas novas aproximações apresentam-se como complementares ou como ponto de partida para novos estudos.

Como trabalho futuro e partindo dos resultados obtidos, propõe-se a análise do ouro de retábulos onde tenha trabalhado o mesmo mestre-dourador. Considerando que a folha poderia não ter sempre a mesma proveniência, pois alguns registos da época referem que esta poderia ser fornecida pelos encomendantes, trata-se de uma abordagem com alguma solidez para tentar compreender se um mesmo mestre utilizaria ouro do mesmo fornecedor e se o material apresenta características comuns.

Se o mestre-dourador, em diferentes obras, utilizar ouro com as mesmas particularidades, nomeadamente concentrações elementares e relações entre determinados elementos traço semelhantes, tal poderá indicar a existência de um fornecedor, de um método de refinação ou de um depósito idênticos.

Sugere-se o estudo de obras de António José Correia e Pedro da Silva Lisboa, para os quais existem referências documentadas. António José Correia, com Manuel da Silva, em 1729, foi um dos responsáveis pelo douramento do retábulo-mor da igreja do Convento de Jesus (Aveiro), uma das obras analisadas neste estudo. Para além deste trabalho, estão identificadas as empreitadas de douramento do sacrário da igreja dos Clérigos (1746-1749) e da capela-mor e arco cruzeiro da igreja de Santo Ildefonso (Porto). Este último realizado em parceria com Pedro da Silva Lisboa. Pedro da Silva Lisboa, com António José Pereira, douraram o retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto) em 1747 – estudado neste trabalho. Em 1733 na igreja de São Lourenço da Companhia de Jesus (Igreja dos Grilos, Porto), Pedro Lisboa dourou o retábulo de Nossa Senhora da Purificação.

Uma outra aproximação passaria pela análise, recorrendo ao mesmo protocolo, de ouro obtido actualmente, assim como de amostras provenientes do Brasil durante os séculos XVII e XVIII, de forma a poder estabelecer paralelismos e dissonâncias.

Sugere-se ainda o estudo mais aprofundado das camadas de preparação e bolo, que apesar de analisadas justificariam uma pesquisa mais detalhada.

São várias as hipóteses de investigação com base no trabalho realizado, complementando-o ou abordando de forma distinta, temas que incidam sobre aspectos técnicos e materiais destes e de outros retábulos, conhecimentos essenciais para a sua compreensão, estudo e salvaguarda.

**10.**

## **BIBLIOGRAFIA**





## 10. BIBLIOGRAFIA.

### 10.1.

A.D.P. 201, s/d.

A.D.P., Mitra. N° 201, doe. N° 4, s. fis. Cit. por Ferreira-Alves, N., 1989, *A Arte da Talha no Porto na Época Barroca. Artistas e clientela. Materiais e técnica*, Porto: Câmara Municipal do Porto, Vol. 1, p.66-67.

A.D.P., Mitra, 238, doc. 295.

Agricola, G., *De Re Metallica*, tradução de H. C. Hoover e L. H. Hoover da primeira edição em Latim de 1556, The Mining Magazine, Salisbury House, London (1912).

Alarcão, A. M. (coord.), 1997, *Portugal Romano, A exploração dos recursos naturais*, Museu Nacional de Arqueologia, Lisboa, 94-135.

Antunes, V.; Candeias, A.; Oliveira, M.; Longelin, S.; Serrão, V.; Seruya, A.; Coroado, J.; Dias, L.; Mirão, J.; Carvalho, M., 2014, 'Characterization of gypsum and anhydrite ground layers in 15th and 16th centuries Portuguese paintings by Raman Spectroscopy and other techniques', *Journal of Raman Spectroscopy* **45** 1026–1033, doi: 10.1002/jrs.4488.

Antunes, V., 2014, *Técnicas e materiais de preparação na pintura portuguesa dos séculos XV e XVI* (Dissertação de Doutoramento), Departamento de História, Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.

Barata, C., 2015, *Materiais e técnicas de policromia da talha barroca erudita e popular do noroeste de Portugal* (Dissertação de Doutoramento), Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro.

Barcelos, R., 2013, 'Casas de Fundição e da Moeda no Brasil e em Portugal: purificar o ouro, apurar as técnicas', *População e Sociedade*, CEPES 21, 143-163.

Barcelos, R., 2016, *Entre o ouro e a escória: arqueometalurgia do ouro no Brasil dos séculos XVIII e XIX* (Dissertação de Doutoramento), Departamento de Ciências e Técnicas do Património, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto.

Barreto, M., 1998, 'Ouro brasileiro: um desafio empresarial', CETEM/CNPq, Série Qualidade e Produtividade, 13, Rio de Janeiro.

Bailão, A.; Šustić, S., 2013, 'Retouching with mica pigments', *e-conservation Journal* **1**, 45-60, doi: 10.18236/econs1.201308.

- Bernstein, P., 2012, *The Power of Gold: The History of an Obsession*, John Wiley & Sons New York.
- Bidarra, A.; Coroado, J.; Rocha, F.; 'Gold leaf analysis of three baroque altarpieces from Porto', *Archeo Science, Revue d'Archéométrie* **33** (2009) 417-422, doi: 10.4000/archeosciences.2552.
- Bidarra, A.; Coroado, J.; Rocha, F., 'Contributos para o estudo da folha de ouro de retábulos Barrocos por microscopia óptica e electrónica', *Ge-conservación* **1** (2010) 183-191.
- Bozorgnia, S., 1998, *The role of precious metals in European economic development: from Roman times to the eve of the industrial revolution*, Greenwood Press, London.
- Brandão, D., 1985, *Obra de Talha Dourada, Ensamblagem e Pintura na Cidade e na Diocese do Porto*, Vol. I, Séculos XV a XVIII, Diocese do Porto, Porto.
- Brandão, D., 1985, *Obra de Talha Dourada, Ensamblagem e Pintura na Cidade e na Diocese do Porto*, Vol. II, 1700 a 1725, Diocese do Porto, Porto.
- Brandão, D., 1986, *Obra de Talha Dourada, Ensamblagem e Pintura na Cidade e na Diocese do Porto*, Vol. III, 1726 a 1750, Diocese do Porto, Porto.
- Brito, C., 2015, *As remessas de ouro do Brasil durante o século XVIII. A sua utilização na talha dourada portuense* (Dissertação de Mestrado), Faculdade de Letras Universidade do Porto, Porto.
- Cabral et al, 2015, 'Late cambrian Au-Pd mineralization and Fe enrichment in the Itabira district, Minas Gerais, Brazil, at 496 Ma: constraints from U-Pb monazite dating of a Jacutinga lode', *Economic Geology* **110** (1), 263–272. doi: <https://doi.org/10.2113/econgeo.110.1.263>
- Calvo, A., 2003, *Conservación y Restauración. Materiales técnicas y procedimientos. De la A a la Z*, Tercera edición, Ediciones del Serbal, Barcelona.
- Carvalho, R.; Silva, L., 2016, *Azulejo em Braga – O largo tempo do barroco*, Editora Centro Atlântico, Vila Nova de Famalicão.
- Chadwick, A.; Berko, A.; Schofield, E.; Jones, A.; Mosselmans, J.; Smith, A., 2012, 'The Application of Microfocus X-ray Beams from Synchrotrons in Heritage Conservation', *International Journal of Architectural Heritage* **6**(2) 228-258, doi:10.1080/15583058.2010.528825.
- Constantinescu, B.; Bugoi, R.; Cojocaru, V.; Voiculescu, D.; Grambole, D.; Herrmann, F.; Ceccato, D., 2005, 'Romanian ancient gold objects provenance studies using micro-beam

- methods: the case of “Pietroasa” hoard’, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* **231**(B) 541–545, doi: 10.1016/j.nimb.2005.01.114.
- Costa, J., 2001, *Estudo e classificação das rochas por exame macroscópico*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Costa, L.; Rocha, M.; Sousa, R., 2002, ‘A circulação do ouro do Brasil: o direito do 1%’, Instituto Superior de Economia e Gestão – GHES Documento de Trabalho/Working Paper nº 21-2008.
- Costa, L.; Rocha, M.; Sousa, R., 2013, *O ouro do Brasil*, INCM, Lisboa.
- Costa, V, 2008, ‘Ligas metálicas: estrutura, propriedades e conservação de objectos culturais’, in *Ligas metálicas. Investigação e Conservação*, Silva, A. e Homem, P. (coord.), Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- Crónica da Fundação do Mosteiro de Jesus de Aveiro e Memorial da Infanta Santa Joana Filha Del Rei Dom Afonso V*, Códex do século XVI, Leitura, revisão e prefácio por António Gomes da Rocha Madahil, Aveiro (1939).
- Darque-Ceretti, E.; Felder, E.; Aucouturier, M., 2011, ‘Foil and leaf gilding on cultural artifacts; forming and adhesion’, *Revista Matéria* **16**(1), 540–559 doi: 10.1590/S1517-70762011000100002.
- Deer, W.; Howie, R.; Zussman, J., 1992, *Minerais constituintes das rochas – Uma introdução*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Eusébio, M., 2002, *Retábulos Joaninos no Concelho de Viseu*, Edição de Autor, Viseu.
- Ferreira, S., 2009, *A talha barroca de Lisboa (1670 - 1720). Os artistas e as obras* (Dissertação de Doutoramento), Departamento de História, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa.
- Ferreira, J., 2011, *Liaisons Dangereuses, Conservation of Modern and Contemporary Art: a study of the synthetic binding media in Portugal* (Dissertação de Doutoramento), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Ferreira-Alves, N., 1989a, ‘S. Bento da Vitória, Igreja de’, in *Dicionário da Arte Barroca em Portugal*, Lisboa: Editorial Presença, 422.
- Ferreira-Alves, N., 1989b, ‘S. Francisco, Igreja de’, in *Dicionário da Arte Barroca em Portugal*, Lisboa: Editorial Presença, 423-424.
- Ferreira-Alves, N., 1989c, ‘Santa Clara, Igreja de’, in *Dicionário da Arte Barroca em Portugal*, Lisboa: Editorial Presença, 429-431.

- Ferreira-Alves, N. M., 1989d, *A Arte da Talha no Porto na Época Barroca. Artistas e clientela. Materiais e técnica*, Vol. I, II e III, Arquivo Histórico, Câmara Municipal do Porto.
- Ferreira-Alves, N., 1992, 'A apoteose do barroco nas igrejas dos conventos femininos portugueses', Universidade do Porto, Revista da Faculdade de Letras: História, II série, Vol. 9, 369-388.
- Ferreira-Alves, N., 2002a, 'O tempo de Deus e o tempo dos Homens. A talha da Sé do Porto e o seu destino' in I Congresso sobre a Diocese do Porto - Tempos e Lugares de Memória - Homenagem a D. Domingos de Pinho Brandão – Actas – Volume I, Centro de Estudos D. Domingos de Pinho Brandão, Arouca, 107-123.
- Ferreira-Alves, N., 2003a, 'Pintura, talha e escultura (séculos XVII e XVIII) no norte de Portugal', Revista da Faculdade de Letras. Ciências e Técnicas do Património, Vol. 2, 735-756.
- Ferreira-Alves, N., 2003b, 'Os retábulos em andares na escola portuense e seu estudo tipológico', in Actas do II Congresso Internacional do Barroco, Porto: Departamento de Ciências e Técnicas do Património da F.L.U.P, 605-616.
- Ferreira-Alves, N., 2004, 'O douramento e a policromia no Norte de Portugal à luz da documentação dos séculos XVII e XVIII', in *Policromia – A escultura policromada religiosa dos séculos XVII e XVIII. Estudo comparativo das técnicas, alterações e conservação em Portugal, Espanha e Bélgica*, A. I. Seruya (dir.), Actas do Congresso Internacional, Lisboa 29, 30 e 31 de Outubro de 2002, Instituto Português de Conservação e Restauro, Lisboa, 17-22.
- Fontinha, I.; Salta, M., 2008, Corrosão e Conservação de Estátuas de Liga de Cobre, *Corrosão e Protecção de Materiais*, 27(3), 87-94.
- Goldstein, G.; Newbury, D.; Echlin, P.; Joy, D.; Fiori, C.; Lifshin, E., 1981, *Scanning electron microscopy and x-ray microanalysis*, Plenum Press, New York.
- Goldstein, J., 1975, 'Electron beam – specimen interaction', in *Practical scanning electron microscopy. Electron and ion microprobe analysis*, J. I. Goldstein, H. Yakowitz (dir.), Plenum Press, New York, 49 – 94.
- Gómez, S., 2015, *El yeso, su elaboración y empleo en la pintura y dorado de retablos*, Editorial Círculo Rojo, Almeria.

- Guerra, M.; Sarthre, C.; Gondonneau, A.; Barrandon, J., 1999, 'Precious metals and provenance enquiries using LA-ICP-MS', *Journal of Archaeological Science* **26**(8) 1101-1110, doi: org/10.1006/jasc.1999.0405.
- Guerra, M.; Calligaro, T., 2003, 'Gold cultural heritage objects: a review of studies of provenance and manufacturing technologies', *Measurement Science and Technology* **14**(9) 1527-1537, doi: 10.1088/0957-0233/14/9/305.
- Guerra, M., 2004a, 'Fingerprinting ancient gold with proton beams of different energies', *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* **226**(B), 185–198: doi: 10.1016/j.nimb.2004.02.019.
- Guerra, M.; Calligaro, T., 2004b, 'Gold traces to trace gold', *Journal of Archaeological Science* **31**, 1199-1208, doi: 10.1016/j.jas.2002.05.001.
- Guerra, M., 2008a, 'An overview on the ancient goldsmith's skill and the circulation of gold in the past: the role of x-ray based techniques', *X-Ray Spectrometry* **37**, 317–327, doi: 10.1002/xrs.1013.
- Guerra M.; Radtke M.; Reiche, I.; Riesemeier, H.; Strub, E., 2008b, 'Analysis of trace elements in gold alloys by SR-XRF at high energy at the BAMline', *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* **266**(B), 2334–2338, doi: 10.1016/j.nimb.2008.03.008.
- Guia RELACRE 13, 2000, Validação de métodos internos de ensaio em análise química, IPQ: Lisboa (Portugal).
- Hein, A.; Degriigny, C., 2008, 'The application of non-destructive technologies for the damage assessment of metal objects', in *Metals and Museums in the Mediterranean, Protecting, Preserving and Interpreting*, V. Argyropoulos (dir.), The PROMET Consortium, Greece, 125-140.
- Ixer, R., 1999, 'The role of ore geology and ores in the archaeological provenancing of metals', in *Metals in Antiquity*, ed. S. M. Young, M. Pollard, P. Budd & R.A. Ixer, Archaeopress, Oxford, 43-52.
- Khandekar, N., 2003, 'Preparation of cross sections from easel paintings', *Reviews in Conservation* **4**, 52-64, doi: 10.1179/sic.2003.48.Supplement-1.52.
- Klein, C.; Hurlbut, C., 1999, *Manual of Mineralogy*, John Wiley & Sons, New York.
- Lechtman, H., 1984, "Pre-Columbian surface metallurgy", *Scientific American*, 250(6), 38-45, doi: 10.1038/scientificamerican0684-56.

- LeGac, A., 2009, *Le retable majeur de la Sé Velha de Coimbra et la polychromie dans le diocèse de Coimbra à l'époque baroque. Aspects techniques et esthétiques*, Vol. 1, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Lynch, M., 2002, *Mining in World History*, Reaktion Books, London.
- Mactaggart, P.; Mactaggart, A., 2005, *Practical Gilding*, Archetype Publications, London.
- Martínez, E., 1997, *Tratado del dorado, plateado y su policromia. Tecnología, conservación y restauración*, Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Universidad Politécnica Valência.
- Martins, C., 2008, *A exploração mineira romana e a metalurgia do ouro em Portugal*, Instituto de Ciências Sociais, Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho, Braga.
- Martins, F., 1991, 'Trono eucarístico do retábulo Barroco português: origem, função, forma e simbolismo' in I Congresso Internacional do Barroco – Actas, Vol.1, Barbosa e Xavier, Braga.
- Nazmov, V.; Reznikova, E.; Mohr, J.; Snigirev, A.; Snigireva, I.; Achenbach, S.; Saile, V., 2004, 'Fabrication and preliminary testing of x-ray lenses in thick SU-8 resist layers', *Microsystem Technologies* **10**, 716–21, doi: 10.1007/s00542-004-0433-0.
- Ness, W. D., 2000, *Introduction to Mineralogy*, Oxford University Press, Oxford.
- Newbury, D.; Ritchie, N., 2013, 'Is Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-ray Spectrometry (SEM/EDS) Quantitative?', *Scanning* **35**: 141–168, doi: 10.1002/sca.21041.
- Newbury, D.; Ritchie, N., 2012, 'Faults and Foibles of Quantitative Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-ray Spectrometry (SEM/EDS)', *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering* **8378**(2), doi: 10.1117/12.912770.
- Nicholson, E., 1976, 'The ancient craft of gold beating', *Gold Bulletin* **12**(4), 161-166, doi: 10.1007/BF03215119.
- Nunes, Philippe [1615] (1982), *Arte da Pintura. Symmetria, e Perspectiva*, Fac-símile da Edição de 1615, Editorial Paisagem, Porto.
- Oddy, W., 1981, 'Gilding through the ages', *Gold Bulletin*, **14**(2), 75-79.
- Oliveira, E.; Silva, L., 2014, *Braga de/by André Soares*, Edições Centro Atlântico, Famalicão.
- Oliveira, L. et al, 2017, 'Nature and evolution of fluids associated with specularite-bearing Fe and Au-PGE (Jacutinga) mineralization during the Brasiliano orogeny in the eastern

- São Francisco Craton, Minas Gerais, Brazil’, *Ore Geology Reviews* **86**, 130-153, <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2017.02.017>.
- Passos, C., 1935, *Guia Histórica e Artística do Porto*, Livraria Figueirinhas, Porto.
- Pereira, J., 1989, ‘Braga’, in *Dicionário da Arte Barroca em Portugal*, Lisboa: Editorial Presença, 97-98.
- Pereira, J., 1991, ‘Resgate do ouro na Costa da Mina nos reinados de D. João III e D. Sebastião’, *Stvdia* 50, Lisboa, 5-48.
- Pinto, L.; Guerreiro, S.; Leandro, J., 2011, *A Igreja de São Paulo – Braga*, Instituto de História e Arte Cristãs (IHAC) / Museu Pio XII, Braga.
- Puddephatt, R., 1978, *The chemistry of gold*, Elsevier Scientific Pub. Co., Amsterdam.
- Pyrzynska, K., 2005, ‘Recent developments in the determination of gold by atomic spectrometry techniques’, *Spectrochimica Acta* **60(B)** 1316–1322, doi: 10.1016/j.sab.2005.06.010.
- Radtke, M.; Buzanich, G.; Guilherme, A.; Reinholz, U.; Riesemeier, H.; Scharf, O.; Scholz, P.; Guerra M. F., 2016, ‘Double Dispersive X-Ray Fluorescence (D<sup>2</sup>XRF) based on an Energy Dispersive pnCCD detector for the detection of platinum in gold’, *Microchemical Journal* **125**, 56–61, doi: 10.1016/j.microc.2015.10.039.
- Ribeiro-Rodrigues, L.; Oliveira, C.; Friedrich, G., 2007, ‘The Archean BIF-hosted Cuiabá Gold deposit, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil’, *Ore Geology Reviews* **32** (3-4), 543-570, <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2006.09.001>.
- Riesemeier, H.; Ecker, K.; Görner, W.; Müller, B.; Radtke, M.; Krumrey, M., 2005, ‘Layout and first XRF applications of the BAMline at BESSY II’, *X-Ray Spectrometry* **34**, 160–163, doi: 10.1002/xrs.750.
- Sandu, I; Murta, E.; Veiga, R.; Muralha, V.; Pereira, M.; Kuckova, S.; Busani, T., 2013, ‘An innovative, interdisciplinary and multi-technique study of gilding and painting techniques in the decoration of the main altarpiece of Miranda do Douro Cathedral (XVII-XVIII<sup>th</sup> centuries, Portugal)’, *Microscopy Research and Technique* **76**, 733–743, doi: 10.1002/jemt.22224.
- Sandu, I.; Murta, E.; Ferreira, S.; Pereira, M.; Candeias, A.; Mirão, J.; Miguel, C.; Paba, F., 2014a, ‘More than gold – an interdisciplinary, complementary study of gilding materials and techniques in Baroque altarpieces from Portugal’, *ECR – Estudos de Conservação e Restauro* **6**, 13-37, doi:10.7559/ecr.6.7522.

- Sandu, I.; Paba, F.; Murta, E.; Pereira, M.; Ribeiro, C., 2014b, 'Travelling Beneath the Gold Surface – Part I: study and characterization of laboratory reconstructions of Portuguese seventeenth and eighteenth centuries ground and bole layers', *e-conservation journal* **2**, 94-115, doi: 10.18236/econs2.201413.
- Santos, S, 2012, *Introdução e circulação de novos materiais de pintura em Portugal no século XIX* (Dissertação de Doutoramento em Conservação de Pintura), Universidade Católica Portuguesa, Porto.
- Serck-Deawide, M.; Ribeiro, I., 2004, 'Les techniques utilisées dans l'art baroque religieux des XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles au Portugal, en Espagne et en Belgique', in *Policromia – A escultura policromada religiosa dos séculos XVII e XVIII. Estudo comparativo das técnicas, alterações e conservação em Portugal, Espanha e Bélgica*, A. I. Seruya (dir.), Actas do Congresso Internacional, Lisboa 29, 30 e 31 de Outubro de 2002, Instituto Português de Conservação e Restauro, Lisboa, 119-155.
- Selwyn, L., 2004, 'Corrosion Chemistry of Gilded Silver and Copper in Gilded Metals', in *History, Technology and Conservation*, T. Drayman-Weisser (dir.), Archetype Publications, London, 34.
- Smith, R., 1962, *A Talha em Portugal*, Livros Horizonte, Lisboa.
- Solé, V.; Papillon, E.; Cotte, M.; Walter, P.; Susini, J., 2007, 'A multiplatform code for the analysis of energy-dispersive X-ray fluorescence spectra', *Spectrochimica Acta* **62(B)**, 63-68, doi: 10.1016/j.sab.2006.12.002.
- Technical Resource Document, 1994, 'Extraction and beneficiation of ores and mineral – Gold', Volume 2, Environmental Protection Agency, Washington, USA.
- Teixeira, J. (Coord.), 1993, *Triunfo do barroco*, Fundação das Descobertas, Centro Cultural de Belém, Lisboa.
- Tejeda, L., 2001, *El oro en hoja: aplicación y tratamiento sobre soportes móviles tradicionales, muro y resinas* (Dissertação de Doutoramento), Departamento de Pintura, Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid.
- Tissot, I.; Troalen, L.; Manso, M.; Ponting, M.; Radtke, M.; Reinholz, U.; Barreiros, M.; Shawe, I.; Carvalho, M.; Guerra, M., 2015, 'A multi-analytical approach to gold in Ancient Egypt: Studies on provenance and corrosion', *Spectrochimica Acta Part B* **108**, 75-82, doi: 10.1016/j.sab.2015.03.012.



- Tonini, F., 2015, *La scultura lignea, tecniche e restauro. Manuale per allievi restauratori*, Il Prato, Italia.
- Vega, M., 2012, *Tratados y recetarios de técnica industrial en la España Medieval - La Corona de Castilla - Siglos XV-XVI* (Dissertação de Doutoramento), Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Córdoba.
- Velho, J., 2006, *Os Recursos Minerais - Uma visão geo-histórica*, Palimage Editores, Viseu.
- Vicente, C., 2014, Ensaio exploratório de lixiviação de minérios de ouro (Dissertação de Mestrado), Mestrado em Engenharia de Minas e Geoambiente, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.
- Webster, J., 1999, 'Gold' in *Encyclopedia of Geochemistry*, Marshall, C., Fairbridge, R. (Editors), Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 309-311.

## 10.2. Webgrafia.

- Alçada, M.; Ruão, C.; Figueiredo, P., 2002, Mosteiro de Jesus / Museu de Santa Joana / Museu de Aveiro, <http://www.rsc.org/periodic-table/element/79/gold> (Setembro, 2017).
- [http://www.wikiwand.com/en/Ternary\\_plot](http://www.wikiwand.com/en/Ternary_plot), Setembro, 2017
- Igreja de Santa Clara Porto,  
<http://www.patrimoniocultural.gov.pt/pt/patrimonio/patrimonio-imovel/pesquisa-do-patrimonio/classificado-ou-em-vias-de-classificacao/geral/view/70198> (Setembro, 2017).
- Igreja de Santa Clara Porto,  
[http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP\\_PagesUser/SIPA.aspx?id=9341](http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=9341) (Setembro, 2017).
- Igreja de São Bento da Vitória, [www.patrimoniocultural.gov.pt/pt/patrimonio/patrimonio-imovel/pesquisa-do-patrimonio/classificado-ou-em-vias-de-classificacao/geral/view/70399](http://www.patrimoniocultural.gov.pt/pt/patrimonio/patrimonio-imovel/pesquisa-do-patrimonio/classificado-ou-em-vias-de-classificacao/geral/view/70399) (Setembro, 2017).
- Igreja de São Francisco, Porto,  
<http://www.patrimoniocultural.gov.pt/pt/patrimonio/patrimonio-imovel/pesquisa-do-patrimonio/classificado-ou-em-vias-de-classificacao/geral/view/70199> (Setembro, 2017).

Igreja de São Francisco, Porto,

[http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP\\_PagesUser/SIPA.aspx?id=3944](http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=3944) (Setembro, 2017).

Igreja de São Paulo, Braga,

[http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP\\_PagesUser/SIPA.aspx?id=3839](http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=3839) (Setembro, 2017).

Igreja do Mosteiro de Jesus, Aveiro,

[http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP\\_PagesUser/SIPA.aspx?id=2255](http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=2255) (Setembro, 2017).

Igreja do Mosteiro de Jesus, Aveiro, <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/pt/patrimonio/patrimonio-imovel/pesquisa-do-patrimonio/classificado-ou-em-vias-de-classificacao/geral/view/71149> (Setembro, 2017).

Sé do Porto, [http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP\\_PagesUser/SIPA.aspx?id=1086](http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=1086) (Setembro, 2017).

Silva, F., 2011, A Casa Varela, SEDES – Associação para o Desenvolvimento Económico e Social, <http://sedes.pt/blog/?p=3867>, 2 / 12 / 2017.

**11.**

## **ÍNDICE DE IMAGENS**



## 11. ÍNDICE DE IMAGENS.

Página 42.

Figura 1. Diagrama ternário representando a relação de uma liga de ouro/prata/cobre e a sua cor. (*in* [http://www.wikiwand.com/en/Ternary\\_plot](http://www.wikiwand.com/en/Ternary_plot), 15 de Setembro, 2017)

Página 67.

Figura 2. Retábulo-mor da igreja do convento de Jesus (Aveiro).

Página 68.

Figura 3. Retábulo-mor da igreja do convento de Jesus (Aveiro): detalhe.

Página 69.

Figura 4. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória.

Página 74.

Figura 5. Retábulo-mor da Sé do Porto.

Página 77.

Figura 6. Retábulo-mor da igreja de São Francisco.

Página 79.

Figura 7. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara.

Página 81.

Figura 8. Retábulo-mor da igreja de São Paulo.

Página 81.

Figura 9. Retábulo-mor da igreja de São Paulo: detalhe.

Página 86.

Figuras 10 a 12. Recolha de amostras: retábulos-mor das igrejas de São Bento (Porto), Sé do Porto e Santa Clara (Porto).

Página 89.

Fig. 13. Esquema de distribuição das amostras e porta-amostras com exemplares para análise por SEM-EDS. Amostras dos retábulos-mor das igrejas de Jesus (Aveiro) (AV), três amostras da igreja de São Paulo (Braga) (SP); igreja de São Francisco (Porto) (SF) e Sé do Porto (SE).

Página 91.

Figuras 14 a 16. ICP-MS. Preparação das amostras: a) pesagem; b) dissolução com ácido nítrico; c) amostras em solução (da esquerda para a direita): ouro comercial, São Bento (Porto) e Sé do Porto.

Página 91.

Figura 17. SR- $\mu$ XRF: desenho esquemático do equipamento utilizado na análise das amostras.

Página 95.

Figura 18. Retábulo-mor da igreja do convento de Jesus (Aveiro). Zonas de recolha de amostras.

Página 96.

Figuras 19 e 20. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostras 1 e 2. Corte estratigráfico (100x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 96.

Figuras 21 e 22. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostras 1 e 2. SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico. a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 97.

Figura 23. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostra 1: espectro EDS da camada de preparação e bolo.

Página 97.

Figura 24. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostras 1 e 2: sobreposição do espectro EDS da folha de ouro.

Página 98.

Figura 25. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostra 1. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x). a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Prata; d) Cobre; e) Alumínio; f) Silício.

Página 100.

Figura 26. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostra 1. Espectro SR- $\mu$ XRF da folha de ouro, bolo e preparação – elementos maioritários.

Página 101.

Figura 27. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostra 1. SR- $\mu$ XRF. Varrimento linear das camadas com uma resolução de 1  $\mu$ m: camada de preparação (Ca), bolo (Fe) e folha de ouro (Au).

Página 101.

Figura 28. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostra 1. SR- $\mu$ XRF. Varrimento linear da folha de ouro com uma resolução de 1  $\mu$ m e espaçamento de 50  $\mu$ m.

Página 102.

Figura 29. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostra 1. Espectro SR- $\mu$ XRF.

Página 103.

Figura 30. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória. Zonas de recolha de amostras.

Página 104.

Figuras 31 e 32. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). Amostras 1 e 2. Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 104.

Figura 33. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). Amostra 1. SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico. a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 105.

Figuras 34 e 35. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). Amostra 1. SEM-EDS (80x e 2000x): superfície da amostra. Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra.

Página 105.

Figura 36. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). Amostra 1. Mapeamento da superfície por SEM-EDS (300x). Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Alumínio e d) Silício.

Página 106.

Figura 37. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). Amostra 1: espectro EDS da camada de preparação e bolo.

Página 107.

Figura 38. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). Amostras 1, 2 e 3: sobreposição do espectro EDS da folha de ouro.

Página 107.

Figura 39. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). Amostra 1. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x). a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Prata; d) Cobre; e) Alumínio; f) Silício.

Página 110.

Figura 40. Retábulo-mor da Sé do Porto. Zonas de recolha de amostras.

Página 110.

Figuras 41 e 42. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostras 1 e 2. Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 111.

Figuras 43 e 44. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostra 1 e 2. SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico. a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 112.

Figuras 45, 46 e 47. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostras 1, 2 e 3.

SEM-EDS (80x, 300x e 2000x): Imagem de electrões retrodifundidos da superfície das amostras.

Página 113.

Figura 48. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostra 3. Mapeamento da superfície por SEM-EDS (300x). a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Alumínio; d) Silício.

Página 113.

Figura 49. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostra 1: espectro EDS da camada de bolo.

Página 114.

Figura 50. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostras 1, 2 e 3: sobreposição do espectro EDS da folha de ouro.

Página 115.

Figura 51. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostra 1. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x). a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Prata; d) Cobre; e) Alumínio; f) Silício.

Página 117.

Figura 52. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostra 2. Espectro SR- $\mu$ XRF.

Página 117.

Figura 53. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostra 2. Espectros SR- $\mu$ XRF obtidos para dois pontos da mesma amostra.

Página 118.

Figura 54. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostras 1 e 2. Espectros SR- $\mu$ XRF.

Página 119.

Figura 55. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto). Zonas de recolha de amostras.

Página 119.

Figuras 56 e 57. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto). Amostras 1 e 2. Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 120.

Figuras 58 e 59. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto). Amostras 1 e 2. SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico. a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 121.

Figuras 60 e 61. Retábulo-mor da igreja de São Bento Francisco (Porto). Amostra 1. SEM-EDS (300x e 80x): Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra.

Página 121.

Figura 62. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto). Amostra 1: espectro EDS da camada de preparação e bolo.

Página 122.

Figura 63. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto). Amostras 1, 2 e 3: sobreposição do espectro EDS da folha de ouro.

Página 123.

Figura 64. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto). Amostra 1. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x). a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Prata; d) Cobre; e) Alumínio; f) Silício.

Página 125.

Figura 65. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto). Zonas de recolha de amostras.

Página 125.

Figuras 66 e 67. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara. Amostras 1 e 2. Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 126.

Figura 68. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto). Amostra 1. SEM-EDS (300x, 2000x). Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico. a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 127.

Figura 69. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto). Amostra 1. SEM-EDS (80x, 300x, 80x e 2000x). Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra.

Página 127.

Figura 70. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto). Amostras 1, 2 e 3: sobreposição do espectro EDS da folha de ouro.

Página 128.

Figura 71. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto). Amostra 1. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x). a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Prata; d) Cobre; e) Alumínio; f) Silício.



Página 129.

Figura 72. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto). Amostra 1. Sobreposição do espectro EDS de duas áreas da amostra.

Página 131.

Figura 73. Retábulo-mor da igreja do convento de São Paulo (Braga). Zonas de recolha de amostras.

Página 132.

Figuras 74 e 75. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga). Amostras 1 e 2. Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 132.

Figuras 76 e 77. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga). Amostras 1 e 2. SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico. a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 133.

Figura 78. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga). Amostra 1. SEM-EDS (2000x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico da amostra.

Página 133.

Figura 79. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga). Amostras 1, 2 e 3. Sobreposição dos espectros EDS.

Página 136.

Figura 80. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga). Amostras 1, 2 e 3. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x). a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Prata; c) Cobre.

Página 137.

Figura 81. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga). Amostra 1. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x). a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Prata; d) Cobre; e) Alumínio; f) Silício.

Página 139.

Figura 82. Livro de folhas de ouro.

Página 139.

Figuras 83 e 84. Folha de ouro comercial: aplicação sobre fita de carbono e englobamento em resina.

Página 140.

Figura 85. Folha de ouro comercial. SEM-EDS (300x, 2000x). Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra.

Página 140.

Figura 86. Folha de ouro comercial. Mapeamento da superfície da amostra por SEM-EDS (8000x). a) Imagem de electrões retrodifundidos; b) Ouro; c) Paládio; d) Cobre; e) Alumínio; f) Silício; g) Ferro.

Página 141.

Figura 87. Folha de ouro comercial. Espectro EDS.

Página 145.

Figura 88. Purpurina. “Ouro Impalpavel “Varela” para retoques”.

Página 146.

Figura 89. Purpurina. SEM-EDS (300x, 2000x). Imagem de electrões retrodifundidos da amostra.

Página 146.

Figura 90. Purpurina. Espectro EDS.

Página 152.

Figuras 91 e 92. SE2. SC2. Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 152.

Figuras 93 e 94. SP1. SF1. Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 152.

Figuras 95 e 96. AV2. SB 2. Corte estratigráfico (40x): a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 154.

Figura 97. SP1. SEM-EDS (1000x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico: a) gesso fino e b) gesso grosso.

Página 157.

Figura 98. SB1. SEM-EDS (8000x): Imagem de electrões retrodifundidos do bolo.

Página 157.

Figura 99. AV1, AV2, AV3. SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico. a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 158.

Figura 100. SC1. SEM-EDS (300x, 2000x). Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico. a) Ouro; b) Bolo; c) Preparação.

Página 159.

Figura 101a. Amostras AV, SB, SE, SF, SC e SP. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x). a) Imagem de electrões retrodifundidos; Au: ouro; Ag: prata; Cu: cobre.

Página 160.

Figura 101b. Amostras AV, SB, SE, SF, SC e SP. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x). Al: alumínio; Si: silício; Ca: cálcio; Cl: cloro.

Página 161.

Figura 101c. Amostras AV, SB, SE, SF, SC e SP. Mapeamento do corte estratigráfico por SEM-EDS (8000x). Al: alumínio; Si: silício; Ca: cálcio; Cl: cloro.

Página 162.

Figura 102. SF3. SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos do corte estratigráfico. Enrolamento da folha de ouro. a) Ouro; b) Bolo.

Página 163.

Figura 103. SC1. SEM-EDS (80x, 300x). Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra. Camada de cera-resina.

Página 163.

Figuras 104 e 105. SC1. SE1. SEM-EDS (2000x): Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra. Acumulação de materiais estranhos.

Página 164.

Figura 106. SB1. SEM-EDS (300x). a) Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra; b) Mapeamento da superfície: distribuição do ouro.

Página 164.

Figuras 107 e 108. SE3. SB2. SEM-EDS (2000x): Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra. Marcas na superfície resultantes da prensagem da lâmina de ouro.

Página 165.

Figura 109. SC3. SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra. Marcas na superfície resultantes da prensagem da lâmina de ouro.

Página 165.

Figura 110. SE2. SEM-EDS (300x): Imagem de electrões retrodifundidos da superfície da amostra. Folha de ouro: rasgões e desgaste.

Página 168.

Figura 111. Conjunto das amostras. Folha de ouro: relação entre os elementos da liga ternária.

Página 169.

Figura 112. Conjunto das amostras. Folha de ouro: relação Ag/Cu.

Página 172.

Figura 113. Conjunto das amostras. Folha de ouro: relação Pd/Pt.

Página 173.

Figura 114. Conjunto das amostras. Folha de ouro: relação Pd/Pt/Sn.

Página 174.

Figura 115. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostra 1. Espectro SR- $\mu$ XRF da folha de ouro, bolo e preparação.

Página 175.

Figura 116. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostra 1. Espectro SR- $\mu$ XRF (30 keV).

Página 176.

Figura 117. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostra 2. Espectro SR- $\mu$ XRF.

Página 176.

Figura 118. Retábulo-mor da Sé do Porto. Amostras 1 e 2. Espectros SR- $\mu$ XRF.



**12.**

## **ÍNDICE DE TABELAS**



## 12. ÍNDICE DE TABELAS.

Página 15.

Tabela 1. Reagentes colorimétricos do ouro. (in Puddephatt, R. J., 1978, *The chemistry of gold*, Elsevier Scientific Pub. Co., Amsterdam, p. 246).

Página 23.

Tabela 2. Ouro resgatado pelos feitores de São Jorge entre 1519–1585. (in Pereira, J., 1991, “Resgate do ouro na Costa da Mina nos reinados de D. João III e D. Sebastião”, *Stvdia* 50, Lisboa, p. 14.)

Página 25.

Tabela 3. Ouro resgatado pelos feitores de Achém. (in Pereira, J., 1991, “Resgate do ouro na Costa da Mina nos reinados de D. João III e D. Sebastião”, *Stvdia* 50, Lisboa, p. 26.)

Página 27.

Tabela 4. Flutuação da exploração de ouro segundo Calogeras (1904) e Pinto (1979), citados em Barreto (1998). \* De 1719 a 1770. \*\* De 1725 a 1770. (in Barreto, M., 1998, *Ouro brasileiro: um desafio empresarial*, CETEM/CNPq, Série Qualidade e Produtividade, 13, Rio de Janeiro, p. 48-50).

Página 28.

Tabela 5. Flutuação da exploração de ouro em diferentes estados brasileiros segundo Calogeras (1904) e Pinto (1979), citados em Barreto (1998). \*1719 a 1770. \*\*1725 a 1770. (in Barreto, M., 1998, *Ouro brasileiro: um desafio empresarial*, CETEM/CNPq, Série Qualidade e Produtividade, 13, Rio de Janeiro, p. 52).

Página 29.

Tabela 6. Remessas de ouro com destino a Portugal e remessas com destino ao Porto, entre 1721 e 1761. Número de destinatários e valor em réis. (in Brito, C., 2015, *As remessas de ouro do Brasil durante o século XVIII. A sua utilização na talha dourada portuense* (Dissertação de Mestrado), Faculdade de Letras Universidade do Porto, Porto, p.68.)

Página 31.

Tabela 7. Produção mundial de ouro entre 1700-1870. (in Velho, J. L., 2006, *Os Recursos Minerais - Uma visão geo-histórica*, Palimage Editores, Viseu, p. 224)

Página 43.

Tabela 8. Composição da folha de ouro e cromatismo. (in Tejeda, L., 2001, *El oro en hoja: aplicación y tratamiento sobre soportes móviles tradicionales, muro y resinas* (Tese de Doutoramento), Departamento de Pintura, Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, p. 39).

Página 45.

Tabela 9. Composição da folha de ouro falso e cromatismo. (in Tejeda, L., 2001, *El oro en hoja: aplicación y tratamiento sobre soportes móviles tradicionales, muro y resinas* (Tese de Doutoramento), Departamento de Pintura, Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, p. 41).

Página 85.

Tabela 10. Retábulos estudados: autores do risco, entalhadores e douradores.

Página 90.

Tabela 11. ICP-MS: condições de operação.

Página 98.

Tabela 12. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Amostras 1, 2 e 3. Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Página 99.

Tabela 13. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). ICP-MS: análise elementar (ppb) e limites de detecção (DL). Valores médios obtidos para três leituras por amostra.

Página 100.

Tabela 14. Retábulo-mor da igreja de Jesus (Aveiro). Folha de ouro: resultados obtidos por SEM-EDS e ICP-MS.

Página 106.

Tabela 15. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Página 108.

Tabela 16. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). ICP-MS: análise elementar (ppb) e limites de detecção (DL). Valores médios obtidos para três leituras por amostra.

Página 109.

Tabela 17. Retábulo-mor da igreja de São Bento da Vitória (Porto). Folha de ouro: resultados obtidos por SEM-EDS e ICP-MS.

Página 114.

Tabela 18. Retábulo-mor da Sé do Porto. Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Página 115.

Tabela 19. Retábulo-mor da Sé do Porto. ICP-MS: análise elementar (ppb) e limites de detecção (DL). Valores médios obtidos para três leituras por amostra.

Página 116.

Tabela 20. Retábulo-mor da Sé do Porto. Folha de ouro: resultados obtidos por SEM-EDS e ICP-MS.

Página 122.

Tabela 21. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto). Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Página 123.

Tabela 22. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto). ICP-MS: análise elementar (ppb) e limites de detecção (DL). Valores médios obtidos para três leituras por amostra.

Página 124.

Tabela 23. Retábulo-mor da igreja de São Francisco (Porto). Folha de ouro: resultados obtidos por SEM-EDS e ICP-MS.



Página 128.

Tabela 24. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto). Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Página 129.

Tabela 25. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto). ICP-MS: análise elementar (ppb) e limites de detecção (DL). Valores médios obtidos para três leituras por amostra.

Página 130.

Tabela 26. Retábulo-mor da igreja de Santa Clara (Porto). Folha de ouro: resultados obtidos por SEM-EDS e ICP-MS.

Página 134.

Tabela 27. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga). Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Página 135.

Tabela 28. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga). Amostra 1. Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Página 135.

Tabela 29. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga). Amostra 2. Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Página 135.

Tabela 30. Retábulo-mor da igreja de São Paulo (Braga). Amostra 3. Folha de ouro – elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Página 141.

Tabela 31. Folha de ouro comercial. Elementos maioritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Página 142.

Tabela 32. Folha de ouro comercial. ICP-MS: análise elementar (ppb) e limites de detecção (DL). Valores médios obtidos para três leituras por amostra.

Página 143.

Tabela 33. Folha de ouro comercial: resultados obtidos por SEM-EDS e ICP-MS.

Página 143.

Tabela 34. Folha de ouro comercial. Quantificação dos resultados obtidos por SEM-EDS.

Página 147.

Tabela 35. Purpurina. Elementos maioritários: composição expressa em percentagem.

Página 153.

Tabela 36. Camada de preparação. Quantificação dos resultados obtidos por SEM-EDS.

Página 155.

Tabela 37. Espessura da camada de gesso fino.

Página 156.

Tabela 38. Bolo. Quantificação dos resultados obtidos por SEM-EDS.

Página 162.

Tabela 39. Espessura da camada de bolo.

Página 167.

Tabela 40. Folha de ouro – elementos majoritários: composição expressa em percentagem e em quilates.

Página 168.

Tabela 41. Relação Ag/Cu. (DP – Desvio Padrão).

Página 171.

Tabela 42. ICP-MS: análise elementar e percentagem na amostra.

Página 172.

Tabela 43. Relação Pd/Pt.

Página 173.

Tabela 44. Relação Pd/Pt/Sn.

Página 174.

Tabela 45. Folha de ouro. Resultados obtidos por SEM-EDS e ICP-MS.

